ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ

С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЧАСТОТЫ СЕРИИ ЭПВ

(ИСПОЛНЕНИЕ 1)

Техническое описание и инструкция по эксплуатации

Редакция 01.2008

Электроприводы с преобразователями частоты серии ЭПВ (исполнение 1)

Техническое описание и инструкция по эксплуатации.
Обновление: январь 2008.

Последние редакции данного документа доступны на сайте разработчика: www.vectorgroup.ru

Содержание

1. Введение 5

2. Комплектность и структура условного обозначения 6

3. Технические характеристики 7

4. Устройство и принцип работы электропривода 10

4.1. Принцип действия электропривода 10

4.2. Устройство 11

4.2.1. Функциональная схема электропривода 11

4.2.2. Структурная схема электропривода 14

4.2.3. Система защит 17

5. Подготовка электропривода к работе 22

5.1. Механический монтаж 23

5.2. Электрический монтаж 26

5.2.1. Подключение силовых цепей 27

5.2.2. Заземление 29

5.2.3. Выбор силовых кабелей 29

5.2.4. Выбор балластного резистора 31

5.2.5. Использование рекуперативного блока 33

5.2.6. Прокладка кабелей 34

5.3. Подключение управляющих сигналов 35

5.3.1. Выбор кабелей управления 35

5.3.2. Подключение экранированных кабелей 36

5.3.3. Гальваническая развязка цепей 37

5.3.4. Интерфейсный модуль 38

5.3.5. Клеммники и разъемы базовой интерфейсной платы 39

6. Использование управляющих входов и выходов 42

6.1. Использование аналоговых входов 42

6.2. Использование входа терморезистора защиты двигателя 43

6.3. Использование логических входов 45

6.4. Использование импульсных выходов 46

6.5. Использование аналоговых выходов 48

6.6. Подключение транзисторных выходов 50

6.7. Подключение релейных выходов 51

6.8. Подключение шины CAN 52

6.9. Подключение коммуникационных портов RS-232, RS-485 53

7. Первое включение и рекомендации по настройке системы управления 55

7.1. Проверка перед включением 55

7.2. Первое включение 55

7.3. Настройка внутренних контуров регулирования 57

7.4. Использование частотного токоограничения и токовой отсечки 58

7.5. Использование динамической стабилизации 59

7.6. Работа с механизмами насосно-вентиляторной группы 60

7.7. Создание повышенного пускового момента 61

7.8. Работа с высокочастотными двигателями 61

7.9. Настройка технологического регулятора 62

7.10. Рекомендации по параллельному включению нескольких двигателей 65

7.11. Использование режима энергосбережения 66

7.12. Использование режима ограничения темпа торможения 67

7.13. Использование режима динамического торможения 69

7.14. Использование режима поиска частоты (пуск на вращающийся двигатель) 74

7.15. Использование режима самопитания за счет энергии торможения 77

7.16. Использование режима «Плохая сеть» 79

7.17. Использование режима синхрокоммутации (мягкое переключение ПЧ-сеть / сеть-ПЧ) 80

8. Пульт управления 86

8.1. Структура информации, отображаемой на ЖК-дисплее 86

8.2. Режимы работы пульта управления 90

8.3. Назначение кнопок клавиатуры 90
9. Описание структуры и состава меню 92
9.1. Главное меню 96
9.2. Меню «Монитор» 97
9.3. Меню «История отключений» 101
9.4. Меню «Инициализация» 102
9.5. Меню «Управление» 104
9.6. Меню «Настройка входов» 108
9.7. Меню «Аналоговые входы» 109
9.8. Меню «Вход VIN1 (VIN2, CIN1, CIN2)» 110
9.9. Меню «Логические входы» 113
9.10. Меню «Цифровой потенциометр» 116
9.11. Меню «Циклограмма» 119
9.12. Меню «Параметры шага» 122
9.13. Меню «Генератор» 124
9.14. Меню «Настройка выходов» 126
9.15. Меню «Аналоговые выходы» 127
9.16. Меню «Импульсные выходы» 129
9.17. Меню «Транзисторные выходы» 131
9.18. Меню «Релейные выходы» 133
9.19. Меню «Индикаторы» 134
9.20. Меню «Параметры функций» 135
9.21. Меню «Функция 1 (2, 3, 4)» 136
9.22. Меню «FIELDBUS» 138
9.23. Меню «Параметры MODBUS» 139
9.24. Меню «Параметры CAN» 140
9.25. Меню «Балластный резистор» 141
9.26. Меню «Таймер» 142
9.27. Меню «Специальные режимы» 143
9.28. Меню «Перезапуск» 145
9.29. Меню «Ограничение темпа торможения» 146
9.30. Меню «Динамическое торможение» 147
9.31. Меню «Поиск частоты» 149
9.32. Меню «Самопитание» 151
9.33. Меню «Энергосбережение» 152
9.34. Меню «Плохая» сеть» 153
9.35. Меню «Синхрокоммутация» 154
9.36. Меню «Набор параметров 1» 155
9.37. Меню «Тех. Регулятор» 156
9.38. Меню «Задатчик интенсивности» 158
9.39. Меню «Формирователь Fs» 163
9.40. Меню «Формирователь Us» 165
9.41. Меню «Статический закон» 166
9.42. Меню «Регулятор намагничивания» 168
9.43. Меню «Токовая отсечка» 170
9.44. Меню «Стабилизация» 171
9.45. Меню «Параметры двигателя» 172
9.46. Меню «Параметры защит» 175
10. Техническое обслуживание 176
11. Правила хранения и транспортировки 177
12. Гарантийные обязательства 177
Приложение 1. Расчетные соотношения и справочные данные двигателей
Приложение 2. Возможные неисправности и способы их устранения
Приложение 3. Руководство по использованию протокола MODBUS
Приложение 4. Примеры использования циклограммы

1. Введение

*Преобразователи частоты серии **ЭПВ** предназначены для регулирования частоты вращения асинхронных и синхронных электродвигателей. Преобразователи имеют четыре варианта исполнения:*

***Исполнение 1** - преобразователи для общепромышленных механизмов с асинхронным двигателем и диапазоном регулирования скорости до 50:1, без датчика скорости/положения, не предъявляющих повышенных требований к быстродействию и точности регулирования скорости, в том числе для насосов, вентиляторов, подъемно-транспортных средств, высокоскоростных электрошпинделей и т.п.;*

***Исполнение 2** - преобразователи с векторным управлением, предназначенные для широкодиапазонного высококачественного асинхронного электропривода различных производственных механизмов, в том числе механизмов главного движения и подачи металлорежущих станков с ЧПУ и промышленных роботов;*

***Исполнение 3** - преобразователи с векторным управлением, предназначенные для широкодиапазонного высококачественного синхронного электропривода различных производственных механизмов, в том числе механизмов подачи металлорежущих станков с ЧПУ и промышленных роботов;*

***Исполнение 4** - преобразователи с векторным управлением без датчика скорости/положения, предназначенные для механизмов с диапазоном регулирования скорости до 50:1, предъявляющих повышенные требования к быстродействию, у которых вследствие технологических особенностей установка датчика на вал двигателя не предусматривается, в том числе экструдеры, дробилки и другие механизмы химической и горнорудной промышленности.*

*Электропривод с преобразователем частоты серии ЭПВ **исполнения 1** представляет собой электромеханическую систему, включающую асинхронный двигатель и преобразователь частоты типа «неуправляемый выпрямитель – инвертор напряжения» с микропроцессорной системой управления. Электропривод обеспечивает работу в режиме стабилизации частоты вращения двигателя или в режиме автоматического регулирования технологической переменной в замкнутом контуре с использованием встроенного ПИД-регулятора и сигнала датчика обратной связи.*

Конструктивно преобразователи частоты выполнены в виде навесных блоков одностороннего обслуживания. Основное исполнение по климатическим условиям - УХЛ, по категории размещения - 4, по степени защиты – IP00 согласно ГОСТ 15150-69, ГОСТ 14254-80, при этом температура воздуха в шкафах комплектных устройств, в которые встраивается преобразователь частоты, не должна превышать 40° С.*

** Возможна поставка преобразователей частоты других исполнений в соответствии с требованиями заказчика.*

2. Комплектность и структура условного обозначения

В комплект поставки входят:

	кол-во
*преобразователь частоты **	*1*
*пульт ручного управления ***	****
*резистор балластный****	*1****
*комплект кабелей *****	******
*фильтр сетевой ******	*******
фильтр двигательный	********
техническое описание и инструкция по эксплуатации	*1*
паспорт	*1*

** преобразователь может поставляться как в исполнении со встроенным пультом ручного управления на лицевой панели блока, так и с выносным (на лицевой панели светодиодный индикатор состояния), исполнение интерфейсной платы определяется требуемым набором управляющих сигналов;*

*** выносной пульт ручного управления может поставляться один в комплекте с несколькими блоками преобразователей;*

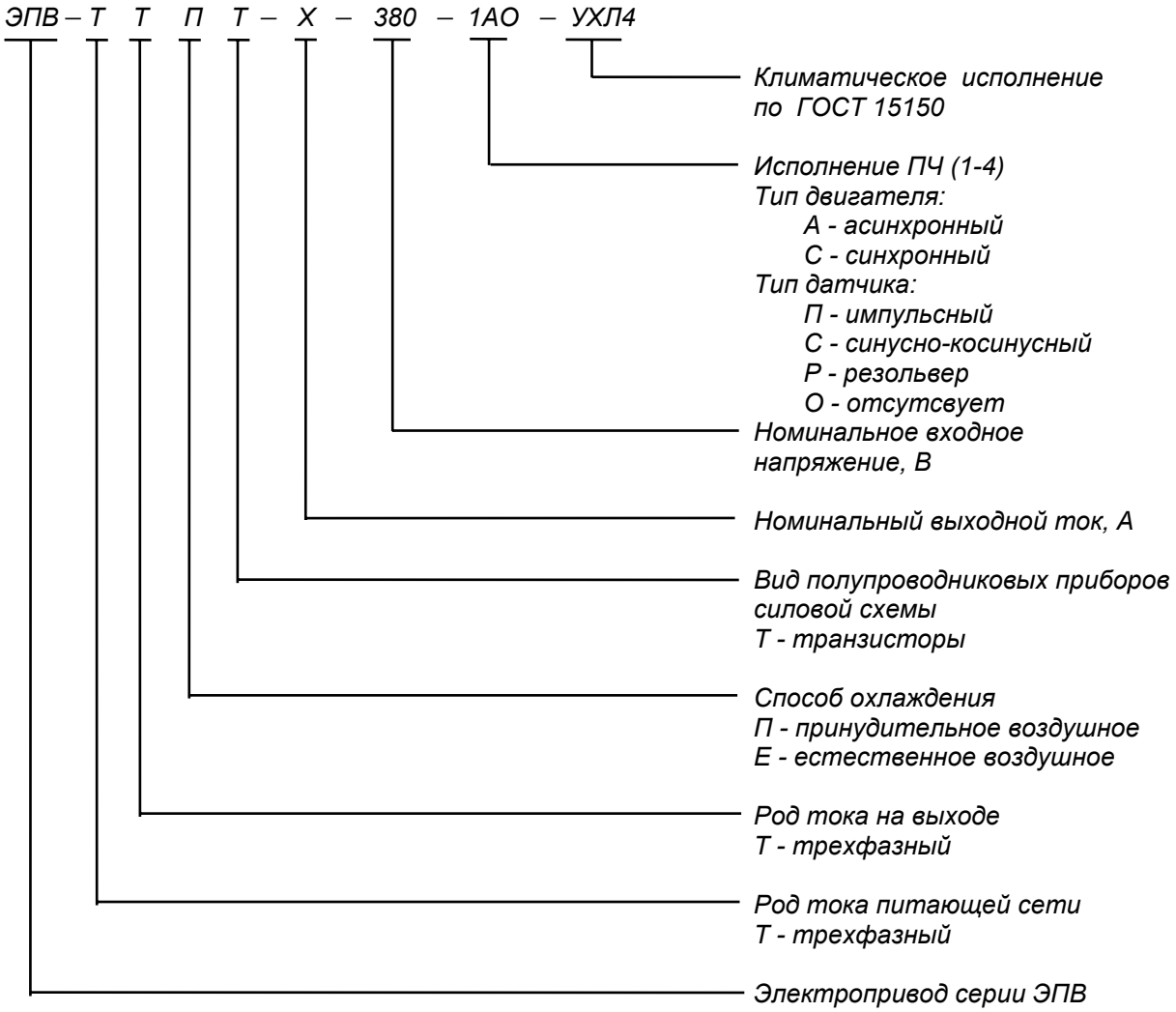
**** по заказу может поставляться балластный резистор из типового ряда;*

***** по заказу может поставляться комплект кабелей для подключения преобразователя к сети, двигателю, длина кабелей выбирается из типового ряда;*

****** по заказу может поставляться сетевой фильтр электромагнитной совместимости класса А или класса В по **EN 55011**;*

******* по заказу может поставляться выходной фильтр ограничения dU/dt для защиты двигателя от перенапряжений, характеристики фильтра выбираются в соответствии с требуемой длиной кабеля и номинальным током двигателя.*

Структура условного обозначения электропривода



3. Технические характеристики

3.1. *Номинальные значения климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70, при этом:*

высота над уровнем моря не более 4300 м;

при высотах свыше 1000 м до 4300 м максимальная температура окружающей среды должна быть снижена на 0.6^{O}С на каждые 100 м свыше 1000 м;

окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и паров, не насыщенная водяными парами, токопроводящей пылью;

в части коррозийной активности атмосферы электроприводы соответствуют группе условий эксплуатации "1" для металлических изделий.

3.2. *В части воздействия механических факторов внешней среды электроприводы соответствуют группе условий эксплуатации М1. Степень жесткости I по ГОСТ 17516-90.*

3.3. Основные технические данные электроприводов.

Электроприводы должны обеспечивать следующие режимы работы:

- плавный пуск/реверс/останов с регулируемой интенсивностью;

- автоматическое определение параметров подключенного двигателя;

- автоматический перезапуск после кратковременного пропадания напряжения питания;

- стабилизация технологического параметра по сигналам внешних датчиков со стандартными аналоговыми сигналами 0 .. 10 В или 4 .. 20 мА;

- режим частотного токоограничения;

- режим токовой отсечки.

- *Электроприводы в режиме регулирования скорости обеспечивают:*

  - для АД с напряжением питания 380 В / 50 Гц – регулирование двухзонное:

  а) первая зона – с постоянным моментом,

  б) вторая зона – с постоянной мощностью,

  - для высокоскоростных электрошпинделей – однозонное, с постоянным моментом.

- *Общий диапазон регулирования скорости – 50;*
- *Поддиапазон регулирования скорости вверх от номинальной – не менее 2 (при отсутствии ограничений со стороны двигателя);*
- *Точность поддержания скорости в соответствии с табл. 3.1.*

Таблица 3.1.

Уровень скорости	*Погрешность скорости при изменении нагрузки Δ_H, % не более*
n_{max}	2
$n_{ном}$	2
$0,1\ n_{ном}$	15

3.4. *Номинальный режим работы электроприводов - продолжительный (S1). При работе в кратковременном (S2) и повторно-кратковременном режимах (S3) максимальный выходной ток преобразователя не должен превышать значений* $\mathbf{I_{МТЗ}}$ *, данных в табл. 3.2.*

Кратность рабочей перегрузки по номинальному току преобразователя – до 1.3 в течение времени не более 60 с при частоте выходного напряжения не ниже 40 Гц и частоте модуляции 5 кГц (см. табл. 3.2). При повышении частоты модуляции кратность рабочей перегрузки снижается согласно диаграмме рис.3.1. При необходимости большей перегрузочной способности выбирается преобразователь следующего габарита.

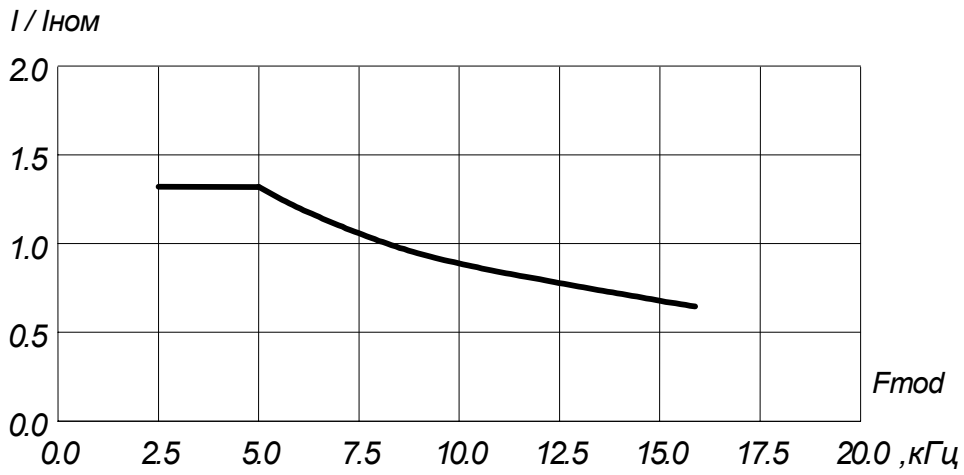


Рис 3.1. Диаграмма снижения кратности рабочей перегрузки

Основные характеристики преобразователей частоты приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2.

		Типоразмер преобразователя частоты									
		5	**10**	**16**	**25**	**32**	**50**	**63**	**100**	**125**	**160**
Габаритные размеры (Ш x В x Г)	мм	195x278x180			210x 326x 180	215x320x220		230x553x237		436x573x293	
Номинальная выходная мощность	кВА	3,3	6,5	10,5	16,5	21	33	41,5	66	82	105
Типовая мощность двигателя	кВт	2,2	5,5	7,5	11	15	22	30	45	55	75
Напряжение питания	В	380 +10/-15%									
Частота напряжения питания	Гц	48..63									
Выходное напряжение	В	0..входное напряжение									
Выходная частота	Гц	0..400									
Частота модуляции [1]	Гц	2500..16000						2500..10000			
Номинальный выходной ток $I_{ном}$ (действ.)	А	5	10	16	25	32	50	63	100	125	160
Максимальный выходной ток I_{max} (действ.)[2]	А	6,5	13	21	33	42	65	82	130	160	200
Ток срабатывания защиты $I_{МТЗ}$ (абс. зн.)	А	9,5	24,5	40	55	75	105	140	200	280	350
Максимальный ток торможения	А	10	15	23	25	42	52	75	82	90	100
Мин. сопротивление балласт. резистора	Ом	62	43	27	24	15	12	8,2	7,5	6,8	6,3
Мощность потерь в номинальном режиме [3]	Вт	56	100	165	240	292	490	546	906	1080	1580
Максимальная температура радиатора	°С	+85									
Рабочий диапазон температур окр. среды [4]	°С	0..+40									

[1] *Изменяется с шагом 500 Гц.*

[2] *Преобразователи выдерживают перегрузку по току 1,3· $I_{ном}$ в течение 60 с при температуре окружающей среды до +40° С.*

[3] *При частоте модуляции 5000 Гц.*

[4] *По спецзаказу поставляется исполнение с рабочим диапазоном температур –10..+45ºС.*

3.5. *Преобразователи частоты обеспечивают защиты электропривода в соответствии с ГОСТ24607-88:*

- *максимально-токовую защиту преобразователя;*
- *защиту от пропадания питания цепей управления;*
- *защиту от сбоев программного обеспечения;*
- *защиту от недопустимых отклонений питающего напряжения;*

- *защиту от аварии узла сброса энергии;*
- *защиту от перегрева силового блока преобразователя;*
- *защиту от перегрева двигателя (при наличии встроенного термодатчика);*
- *время-токовую защиту двигателя.*

3.6. *Показатели надежности электроприводов:*

- *средняя наработка на отказ - не менее 8000 ч;*
- *среднее время восстановления – не более 8 ч, при использовании резервных плат – 0,5 ч;*
- *средний срок службы – не менее 12 лет;*
- *гарантийный срок службы – 2 года.*

4. Устройство и принцип работы электропривода

4.1. Принцип действия электропривода.

Электропривод выполнен на базе трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и преобразователя частоты с неуправляемым выпрямителем и инвертором напряжения. На выходе преобразователя формируется напряжение регулируемой амплитуды и частоты, подаваемое на обмотки статора двигателя. Используя сигналы обратной связи по току и напряжению, система управления вычисляет неизмеряемые переменные, регулирует скорость двигателя в соответствии с получаемым заданием.

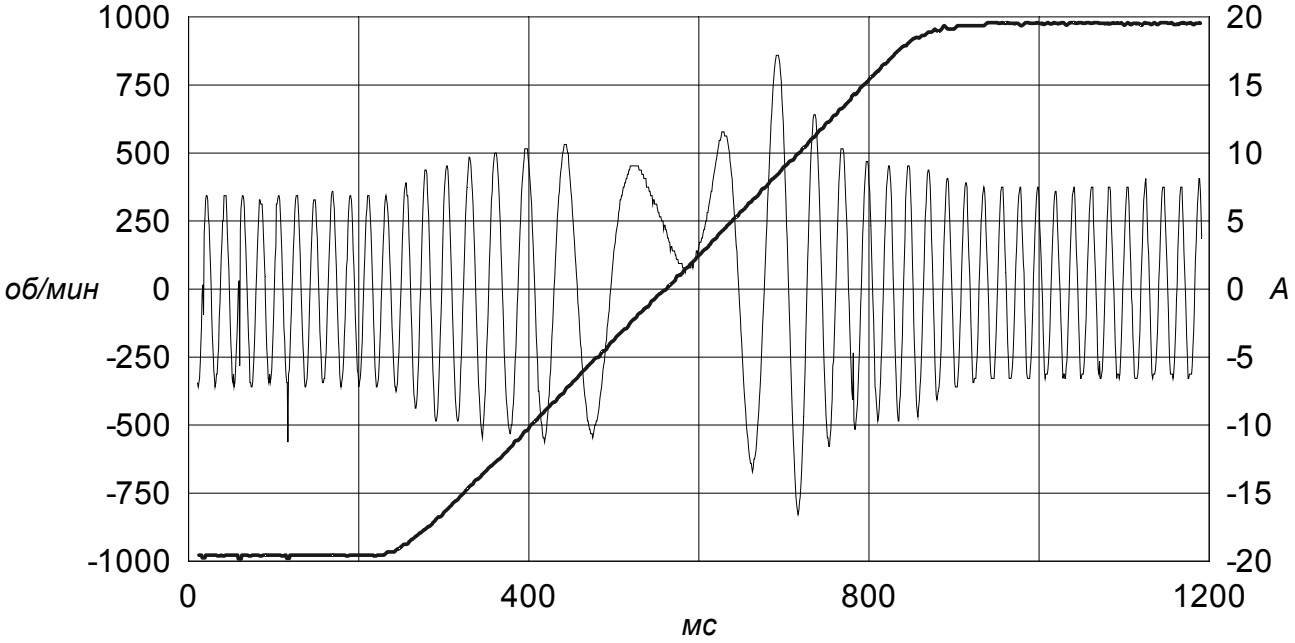


Рис. 4.1. Скорость и ток фазы статора двигателя в режиме реверса.

4.2. Устройство

4.2.1. Функциональная схема электропривода

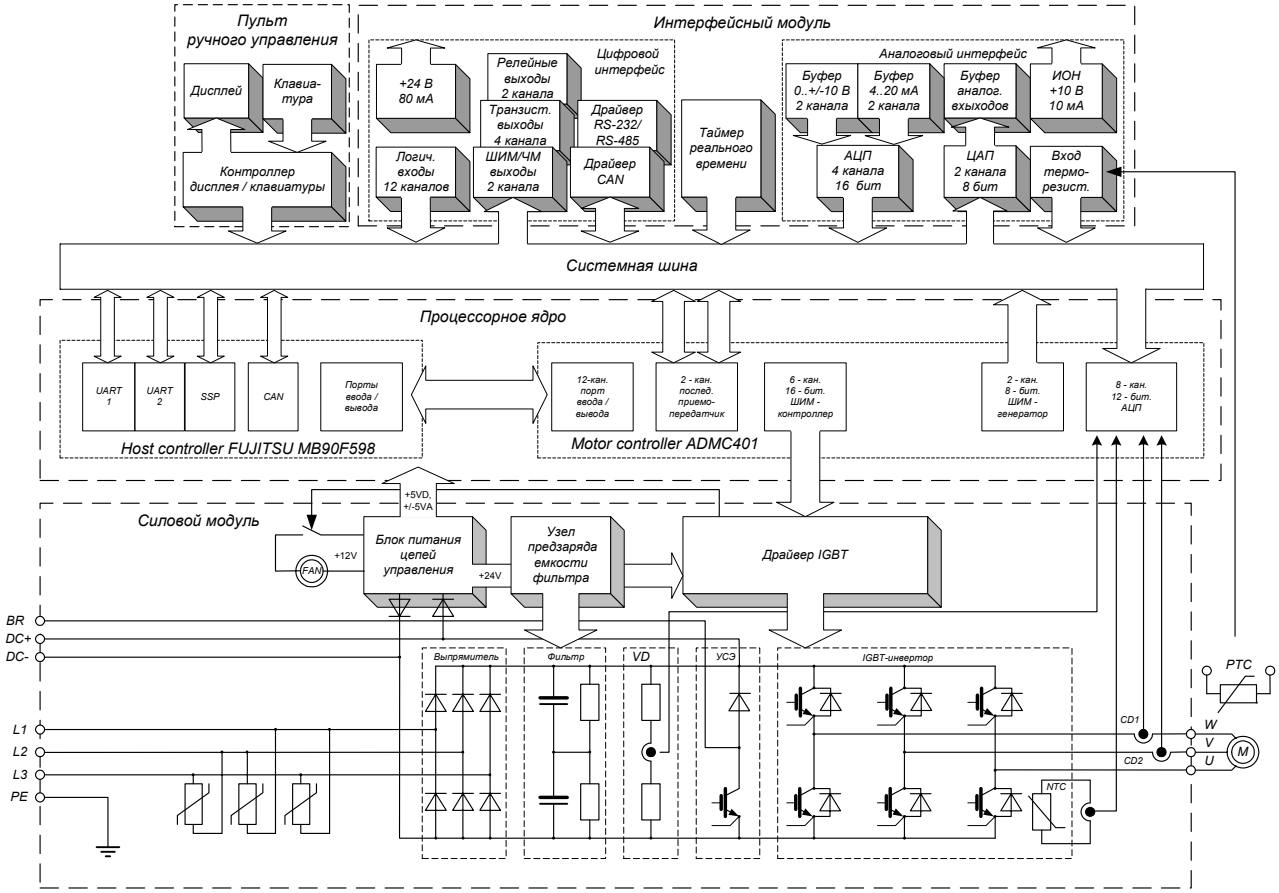


Рис. 4.2. Функциональная схема электропривода

Взаимосвязи основных функциональных узлов электропривода показаны на рис.4.2.

***Силовой модуль** предназначен для преобразования сетевого напряжения постоянной частоты в напряжение переменной амплитуды и частоты для питания исполнительного двигателя.*

Силовой модуль включает следующие основные элементы:

- *трехфазный мостовой выпрямитель (выпрямитель) с варисторным ограничителем перенапряжения на входе;*
- *емкостный фильтр звена постоянного напряжения (фильтр);*
- *трехфазный мостовой IGBT- инвертор;*
- *узел сброса энергии торможения (УСЭ), состоящий из IGBT-чоппера и внешнего балластного резистора;*
- *драйвер силовых ключей, обеспечивающий управление затворами IGBT, формирование сигналов защит и гальваническую развязку силовых и управляющих цепей;*
- *вентилятор, управляемый в функции сигнала температуры силового модуля;*
- *узел предзаряда емкости фильтра, обеспечивающий ограничение тока заряда и плавное нарастание напряжения на конденсаторах.*

Датчиковая система *формирует нормированные сигналы обратных связей с гальванической развязкой силовых и управляющих цепей. Она включает:*

- *Датчик напряжения VD, состоящий из резистивного делителя и изолирующего усилителя с оптронной развязкой, установленный в звене постоянного напряжения;*
- *Датчики тока CD1, CD2, установленные в двух выходных фазах инвертора;*
- *Датчик температуры силового блока, состоящий из NTC-резистора, установленного в силовом модуле и изолирующего усилителя (в преобразователях с выходным током 50 А и более датчики имеются в каждом из силовых модулей выпрямителя и инвертора);*
- *Терморезистор защиты двигателя (PTC-резистор) со схемой компаратора и оптронной развязкой;*

Блок питания цепей управления *преобразует выпрямленное сетевое напряжение в стабилизированное напряжение +5 В для питания цифровой части системы управления, +/-5 В для питания аналоговой части системы управления, +12 В для питания вентиляторов, изолированный источник +24 В для питания драйвера.*

Система управления *состоит из микропроцессорного ядра, интерфейсного модуля и пульта ручного управления.*

Процессорное ядро *образовано двумя 16-разрядными микроконтроллерами. Служебный контроллер (host controller FUJITSU MB90F598) выполняет загрузку программ, обслуживание пульта ручного управления, коммуникационных портов, входных и выходных сигналов интерфейса, взаимодействует с контроллером управления двигателем, реализует «медленные» защиты. Контроллер управления двигателем (motor controller ADMC401), выполненный на базе DSP, обрабатывает сигналы датчиковой системы, выполняет алгоритмы расчета регуляторов, управляет силовым модулем и обслуживает «быстрые» защиты электропривода.*

Интерфейсный модуль *включает набор средств взаимодействия с внешними управляющими устройствами. Он состоит из аналогового интерфейса, цифрового интерфейса, таймера реального времени (рис. 4.2). Конструктивно выполняется в виде базовой интерфейсной платы, устанавливаемой непосредственно на процессорную плату. При необходимости может дополняться платами расширения с различными наборами дополнительных входов и выходов.*

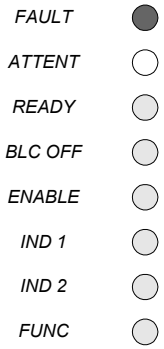
В максимальной конфигурации на базовой интерфейсной плате могут быть установлены следующие устройства (без использования плат расширения):

- ***Аналоговые входы*** *для приема и обработки до 4 нормированных аналоговых сигналов (2 канала 0..±10 В, 2 канала 4..20 мА). Разрешающая способность преобразования сигналов – 16 бит, быстродействие – 1 мс на канал.*
- ***Источник опорного напряжения 10 В*** *для подключения потенциометра формирования сигнала задания.*
- ***Аналоговые выходы*** *для мониторинга как измеряемых, так и недоступных для непосредственного измерения переменных электропривода. Часть из них - непосредственно из датчиковой системы преобразователя, а также 2 программируемых канала ЦАП.*
- ***Вход терморезистора*** *для подключения встроенного в двигатель термодатчика с положительным температурным коэффициентом и реализации защиты двигателя от перегрева.*

- ***Логические входы*** *(до 12 каналов) для приема дискретных сигналов управления от устройств автоматики или программируемого контроллера. Функциональное назначение логических входов может быть переопределено пользователем.*
- ***Встроенный источник +24 В*** *для формирования входных логических сигналов или питания внешних устройств (датчиков технологических параметров).*
- ***Импульсные выходы*** *(2 канала) для мониторинга переменных электропривода с помощью цифровых или стрелочных измерительных приборов. Каждый из каналов параметрируется индивидуально и может работать в режиме широтно-импульсной (ШИМ) или частотной модуляции (ЧМ). Разрешающая способность 10 бит, частота обновления - 50 Гц.*
- ***Транзисторные выходы*** *(4 канала) для вывода дискретных сигналов управления внешними устройствами автоматики и мониторинга флагов состояния электропривода. Функциональное назначение транзисторных выходов может быть переопределено пользователем.*
- ***Релейные выходы*** *(2 канала) для управления внешними устройствами автоматики и мониторинга флагов состояния электропривода. Функциональное назначение релейных выходов может быть переопределено пользователем.*
- ***Драйвер CAN*** *предназначен для подключения к физической линии, выполненной в стандарте Controller Area Network. Поддержка протокола* ***CANopen*** *является основным средством обмена управляющей и статусной информацией между электроприводом и управляющим контроллером. Обеспечивает доступ ко всем переменным и флагам состояния электропривода. Скорость приема / передачи данных до 1 Мбод.*
- ***Драйвер RS-232 / 485*** *предназначен для подключения инструментальной ЭВМ при загрузке и модификации программного обеспечения, обеспечивает обмен диагностической и управляющей информацией между электроприводом и инструментальной ЭВМ или программируемым логическим контроллером (PLC). Поддерживается протокол* ***MODBUS****. Обеспечивает доступ ко всем переменным и флагам состояния электропривода. Скорость обмена данными 300 - 19200 бод.*
- ***Таймер реального времени*** *предназначен для управления индикацией текущего времени и календаря, фиксации показаний реального времени в меню «ИСТОРИЯ ОТКЛЮЧЕНИЙ», отсчета временных интервалов при отработке циклограмм в режиме реального времени.*

Пульт ручного управления *позволяет выполнять процедуры просмотра, редактирования параметров электропривода, запуска и контроля режимов его работы. Конструктивно выполняется установленным на лицевой панели блока преобразователя частоты или выносным (для установки на дверце шкафа или пульте оператора). Имеет собственный контроллер для обслуживания жидкокристаллического дисплея и клавиатуры. Обмен информацией со служебным контроллером выполняется по шине* I^2C.

Светодиодный индикатор состояния. *В исполнениях с выносным пультом управления диагностика состояния электропривода дополнительно выполняется с помощью светодиодного индикатора на лицевой панели блока.*



Красный светодиод «FAULT» загорается при срабатывании «быстрых» защит.

Желтый светодиод «ATTENT» загорается при обнаружении перегрузки или перегрева преобразователя или двигателя.

Зеленый светодиод «READY» горит, когда привод полностью готов к работе.

Зеленый светодиод «BLC OFF» отображает состояние входного сигнала «Снятие блокировки», которым разблокируется выход преобразователя.

Зеленый светодиод «ENABLE» отображает состояние входного сигнала «Разрешение задания», которым подается команда на отработку электроприводом задания (по скорости или технологической переменной).

Зеленые светодиоды «IND 1», «IND 2» - программируемые индикаторы, отображают флаги состояния или функции, связанные с одной из переменных электропривода.

Зеленый светодиод «FUNC» зарезервирован для отображения флага, связанного с режимом работы электропривода.

4.2.2. Структурная схема электропривода.

На упрощенной структурной схеме электропривода (рис.4.3) показаны основные программно реализованные блоки с параметрами, доступными для просмотра и редактирования с помощью пульта ручного управления или по каналу связи с внешним управляющим устройством.

Структура, параметры и алгоритмы работы регуляторов системы управления синтезированы на основе принципов частотного управления и векторной ориентации переменных с учетом дискретного характера процессов.

*В структуре системы управления предусмотрен программируемый технологический регулятор (**Тех. Регулятор**) для построения внешнего контура регулирования какой-либо технологической переменной без использования внешнего контроллера. Регулятор реализован в виде пропорционально-интегрально-дифференцирующего (ПИД) звена с элементами ограничения. Параметром **ТехРегулятор ВКЛ/ВЫКЛ** внешний контур регулирования может быть замкнут или разомкнут. При выключении технологического регулятора привод отрабатывает задание по скорости. Параметрами **Кп тр**, **Ки тр**, **Кд тр**, **↑ТР max**, **↓ТР max** выполняется программная настройка на объект регулирования.*

***Задатчик интенсивности** формирует динамические характеристики электропривода по каналу управления, задавая раздельно время разгона и торможения для первой и второй зоны регулирования скорости.*

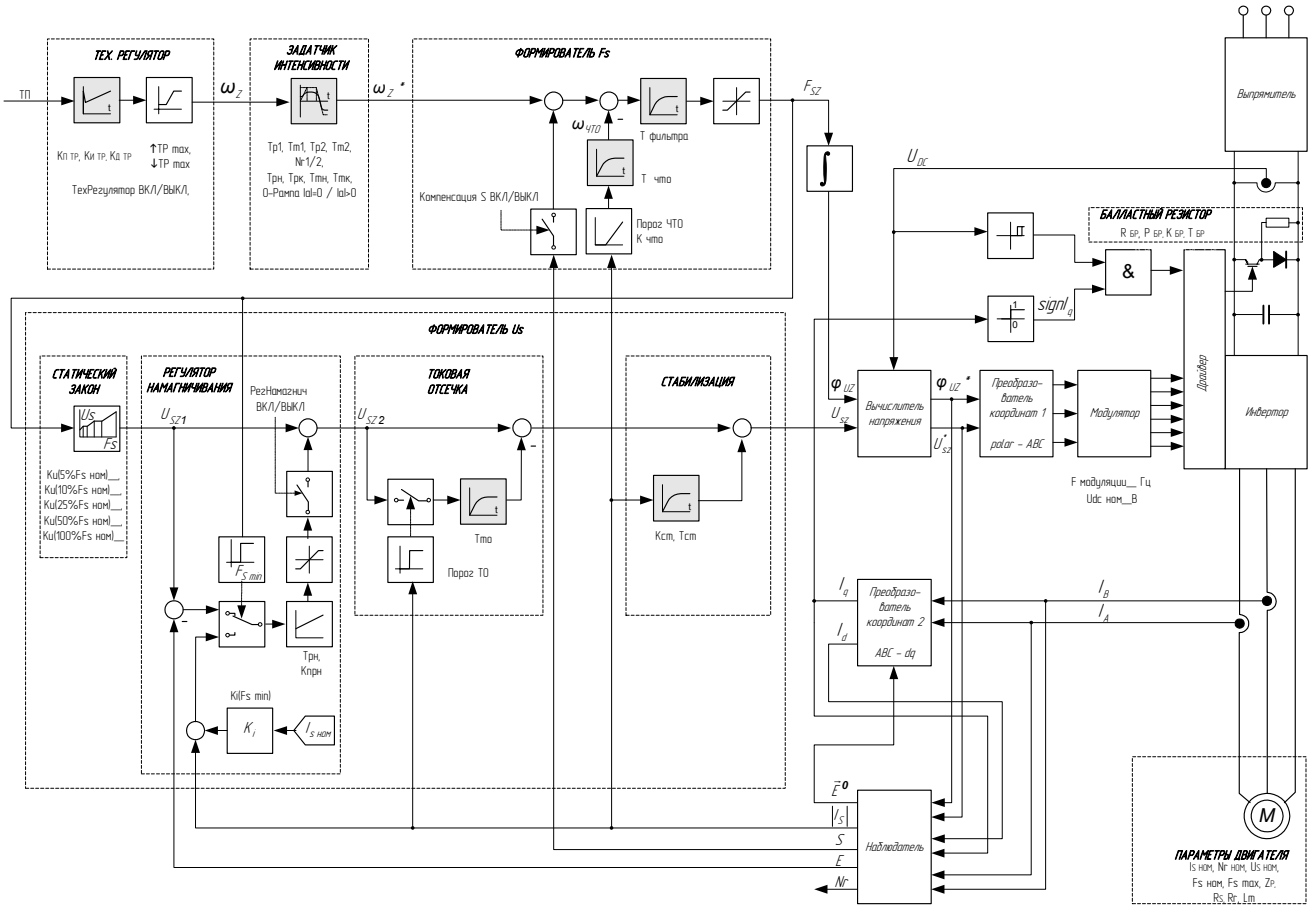


Рис.4.3. Структурная схема электропривода.

Формирователь частоты (ФОРМИРОВАТЕЛЬ Fs) осуществляет вычисление заданного значения частоты напряжения статора Fsz. Он включает в себя блок компенсации скольжения, блок частотного токоограничения, фильтр и ограничитель выходного сигнала.

Блок компенсации скольжения на основе информации о состоянии привода, вычисленной наблюдателем, формирует промежуточный сигнал частоты, позволяющий устранить ошибку скорости вращения ротора от воздействия момента нагрузки во всех квадрантах механической характеристики электропривода. Параметром ***Компенсация S ВКЛ/ВЫКЛ*** *данная функция может быть введена в действие или отключена. Блок частотного токоограничения формирует механические и электромеханические характеристики в области больших моментов нагрузки. Параметрами* ***Порог ЧТО*** *и* ***К что*** *задается уставка срабатывания ограничения и крутизна электромеханической характеристики (зависимости снижения частоты от тока), параметр* ***Т что*** *определяет постоянную времени фильтра выходного сигнала блока частотного токоограничения. Фильтр в виде апериодического звена первого порядка осуществляет последовательную коррекцию динамики контура. Выходной сигнал фильтра, проходя через ограничитель верхнего и нижнего пределов задания по частоте, поступает на выход формирователя частоты.*

Формирователь напряжения (ФОРМИРОВАТЕЛЬ Us) включает в себя формирователь статического закона частотного управления (СТАТИЧЕСКИЙ ЗАКОН), корректор режима малых частот, регулятор намагничивания, блок токовой отсечки и блок динамической стабилизации. Входными сигналами формирователя напряжения являются задание по частоте Fsz , ток статора |Is| и ЭДС E.

Статический закон *управления формирует зависимость напряжения от частоты, задаваемую в пяти точках частотного диапазона (5, 10, 25, 50 и 100% от номинального значения). Для определения текущего значения задания амплитуды напряжения используется линейная аппроксимация между крайними точками частотного отрезка.*

Регулятор намагничивания обеспечивает поддержание ЭДС на уровне, задаваемом формирователем статического закона частотного управления. Для устранения статической ошибки и ограничения динамических отклонений регулятор выполнен пропорционально-интегральным (ПИ) и имеет элемент ограничения выходного сигнала. Корректор режима малых частот обеспечивает функционирование электропривода вплоть до полного останова. Для этого, начиная с частоты $F_s = F_{s\ мин}$*, при которой точность вычисления ЭДС становится недопустимо низкой, производится переключение регулятора намагничивания из режима регулирования ЭДС в режим регулирования тока статора, что обеспечивает необходимый уровень тока статора и стабильность работы при нулевой скорости электропривода. Коэффициент задания тока при минимальной частоте* ***Ki (Fs min)*** *позволяет установить желаемый уровень тока статора двигателя в диапазоне частот выходного напряжения от 0 до 0,02·Fs ном.*

Блок токовой отсечки реализует второй уровень ограничения тока статора воздействием на канал формирования напряжения. Если ток статора ***|Is|*** *не превышает уровень уставки отсечки, то сигнал задания по напряжению* ***Usz2*** *поступает на выход блока без изменений. В противном случае на отрицательный вход суммирующего элемента через корректирующий фильтр подается входной сигнал задания по напряжению, в результате передаточная функция блока принимает вид реального дифференцирующего звена с постоянной времени* ***T то****. Выходной сигнал блока уменьшается до нуля по экспоненциальному закону. При снижении тока статора ниже уровня отсечки блок работает в режиме переключений, обеспечивая поддержание среднего значения тока на уровне уставки* ***Порог ТО****.*

Блок динамической стабилизации (СТАБИЛИЗАЦИЯ) обеспечивает необходимый запас устойчивости электропривода во всем диапазоне регулирования. В установившемся режиме работы воздействие динамической стабилизации на канал формирования напряжения отсутствует. В переходных режимах вступает в действие отрицательная обратная связь по току статора. Желаемые динамические свойства обеспечиваются настройкой параметров ***K ст****,* ***T ст****.*

Сигнал задания по частоте ***Fsz****, проходя через интегратор, преобразуется в сигнал задания по угловому положению вектора напряжения* ***φuz****. Сигнал задания по амплитуде напряжения статора* ***Usz**** *и сигнал* ***φuz*** *поступают на вход вычислителя напряжения, с выхода которого после преобразования в естественную систему координат ABC подаются на вход векторного модулятора, который формирует импульсы управления транзисторами инвертора.*

Наблюдатель *переменных двигателя использует информацию об измеренных значениях фазных токов, проекций вектора тока статора на оси d и q, вычисленных значениях составляющих вектора напряжения и определяет текущие значения других переменных, необходимых для организации внутренних контуров регулирования - модуля вектора ЭДС* ***E****, углового положения* $\vec{E}^{0}$ *, скольжения* ***S****, модуля тока статора* ***|Is|****, скорости ротора* ***Nr****.*

Для управления узлом сброса энергии торможения используются показания датчика напряжения на конденсаторах фильтра U_{DC}*, они сравниваются с пороговым значением, определяемым*

*параметром **Udc ном** (включение - Udc ном +15%, выключение - Udc ном +10%). Сигнал на подключение балластного резистора формируется, только если двигатель работает в генераторном режиме, для этого оценивается знак активной составляющей вектора тока статора I_q.*

4.2.3. Система защит.

*Реализует две группы защит: быстродействующие, срабатывание которых мгновенно блокирует привод, сбрасывает флаг состояния «Готовность 1» (**READY1**), отключает силовое питание преобразователя, и медленнодействующие, мгновенно сбрасывающие флаг состояния «Готовность 2» (**READY2**) при достижении порога перегрузки (перегрева) и блокирующие привод с выдержкой времени в случае, если нагрузка (температура) не снижается (см. рис 4.4).*

*К **1 - ой группе защит** относятся:*

- *максимально-токовая защита преобразователя;*
- *защита от превышения максимально допустимой температуры кристаллов IGBT;*
- *защита от недопустимых отклонений питающего напряжения;*
- *защита от аварии узла сброса энергии;*
- *защиты от ошибок системы управления;*

Защита от замыканий во входных цепях и внутренних замыканий выпрямителя на корпус выполняется внешним автоматическим выключателем или плавкими вставками.

*Максимально-токовая защита инвертора – двухуровневая. Первый уровень защиты выполняется программно, путем сравнения мгновенных значений тока в выходных фазах с максимально допустимыми для установленного в преобразователе IGBT-модуля. Срабатывание первого уровня защиты диагностируется установкой флага **X** в строке состояния пульта ручного управления. Второй уровень защиты – контроль насыщения IGBT, выполняется аппаратными средствами драйвера при возникновении режима короткого замыкания выходных фаз между собой или на «землю». Диагностируется установкой флага **O** в строке состояния.*

*Защита от превышения максимально допустимой температуры кристаллов IGBT реализуется на основе динамической тепловой модели. Модель, работающая в масштабе реального времени, выполняет расчет статических и динамических потерь и мгновенных значений перегрева кристаллов каждого из шести IGBT-ключей инвертора относительно корпуса модуля. Входными переменными модели являются мгновенные значения токов выходных фаз Iv, Iw, выпрямленного напряжения Udc, и температуры корпуса IGBT-модуля и сигналы управления, формируемые векторным модулятором. Срабатывание защиты при достижении расчетного значения температуры любого из IGBT предельно допустимой величины 125ºС диагностируется флагом **W** в строке состояния.*

*Защиты от недопустимого повышения и понижения напряжения выполняются по сигналу датчика в звене постоянного напряжения. Порог срабатывания защиты от повышения напряжения составляет 700 В. Порог срабатывания защиты от понижения напряжения и обрыва фазы составляет -15% от номинального значения напряжения питающей сети. Срабатывание диагностируется соответственно флагами **H** и **L**. Защита выпрямителя от импульсных сетевых перенапряжений выполняется установленными на входе варисторами.*

*Защита от аварии узла сброса энергии выполняется путем контроля пределов использования балластного резистора. Для корректной работы защиты должны быть установлены параметры подключенного резистора **R бр**, **P бр**, **K бр**, **T бр** в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / БАЛЛАСТНЫЙ РЕЗИСТОР». Срабатывание защиты диагностируется установкой флага **R** в строке состояния. Время выдержки до срабатывания защиты определяется по формуле:*

$$T_{выдержки} = T \cdot ln\left(\frac{K}{K-1}\right), \text{ с},$$

где $K = \frac{U_{dc}^2}{R_{бр} \cdot P_{бр}}$ *- текущая кратность перегрузки по мощности резистора,*

U_{dc} *- текущее значение напряжения на конденсаторах фильтра,*

$R_{бр}$ *- сопротивление подключенного балластного резистора,*

$P_{бр}$ *- мощность подключенного балластного резистора,*

$T = \frac{T_{бр}}{ln\left(\frac{K_{бр}}{K_{бр}-1}\right)}$ *- постоянная времени модели нагрева,*

$T_{бр}$ *- нормированное время действия перегрузки (по умолчанию - 30 с),*

$K_{бр}$ *- нормированная кратность перегрузки (по умолчанию - 1.5).*

Защиты от ошибок системы управления диагностируются следующими флагами:

- *отклонение напряжений питания цепей управления сверх допустимых пределов - флагом **P**;*
- *сбой в процессорном ядре - флагом **C**;*
- *ошибка аналого-цифрового преобразователя - флагом **A**;*
- *ошибка энергонезависимой памяти - флагом **M**;*
- *ошибка тестирования датчиков тока - флагом **S**;*
- *ошибка тестирования датчика напряжения - флагом **U**;*
- *ошибка управления по сети (превышено время ожидания кадра) - флагом **F**;*
- *потеря сигнала токовой петли (I<4mA) - флагом **N**;*
- *неисправность (отсутствие) микросхемы часов реального времени - флагом **Z**;*
- *разряд батарейки питания микросхемы часов реального времени - флагом **G**.*

*Ко **2 - ой группе защит** относятся:*

- *температурная защита преобразователя;*
- *температурная защита двигателя;*
- *время-токовая защита двигателя.*

*Температурная защита преобразователя выполняется по сигналам датчиков, установленных в силовых модулях инвертора и выпрямителя, и настроена на максимально допустимую рабочую температуру. При достижении температуры корпуса любого из модулей 90ºС сбрасывается флаг «Готовность 2» (**READY2**=0), в строке состояния пульта ручного управления отображается мигающий символ **T**. При температуре 95ºС привод блокируется, сбрасывается флаг «Готовность 1» (**READY1**=0), отключается силовое питание преобразователя, в строке состояния отображается немигающий символ **T**.*

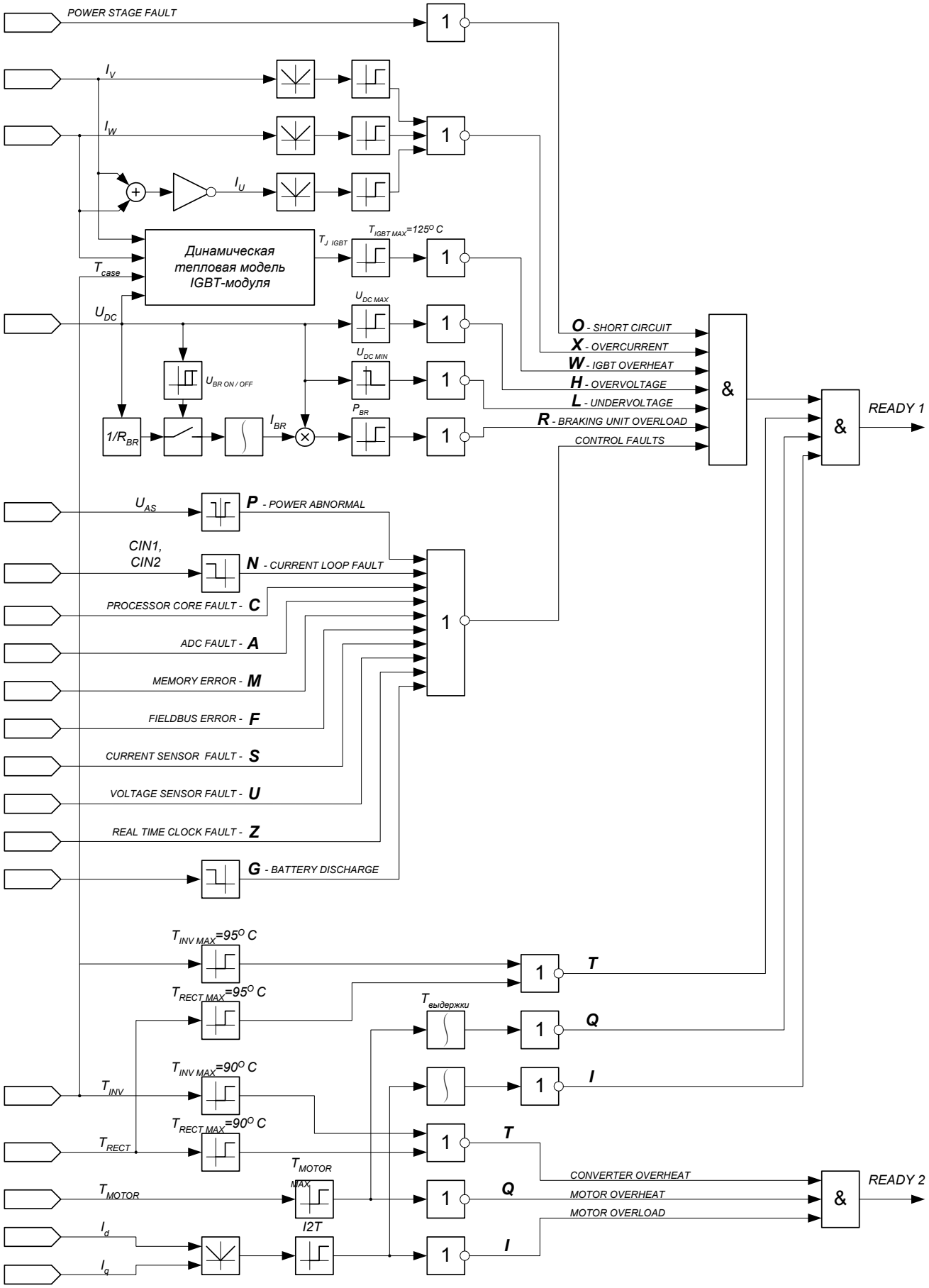


Рис. 4.4. Структура формирования флагов защит.

*Температурная защита двигателя может быть активизирована, если в двигателе имеется встроенный PTC резистор (позистор). Для этого в меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ЗАЩИТ» устанавливается параметр **Термозащита __ВКЛ**. При достижении температурой двигателя порогового значения сбрасывается сигнал «Готовность 2» (**READY2**=0), в строке состояния пульта ручного управления отображается мигающий символ **Q**. Если температура продолжает расти, то через время, установленное параметром **T тз** сбрасывается сигнал «Готовность 1» (**READY1**=0), в строке состояния отображается немигающий символ **Q**. Требуемый порог срабатывания защиты может быть скорректирован с помощью подстроечного резистора **RV1** на интерфейсной плате (см. п.6.2).*

*Действие время-токовой защиты двигателя программируется параметрами **I2T**, **K I2T** и **T I2T** в меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАРАМЕТРЫ ЗАЩИТ». Порог активизации защиты **I2T** задается в процентах от номинального тока двигателя $I_{s\ ном}$ (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ»). В заводской настройке устанавливается на уровне 100%. При достижении током установленного значения сбрасывается сигнал «Готовность 2» (**READY2**=0) и отображается мигающий символ **I**. Если нагрузка не снижается, то преобразователь блокируется с выдержкой времени, определяемой формулой:*

$$T_{выдержки} = T \cdot ln\left(\frac{K^2}{K^2 - 1}\right), \text{ с,}$$

где $K = \frac{I_s}{I_{I2T}}$ *- текущая кратность перегрузки по току двигателя,*

I_s *- текущее действующее значение тока фазы статора двигателя,*

I_{I2T} *- пороговое значение тока фазы статора двигателя, соответствующее уставке время-токовой защиты **I2T**,*

$T = \frac{T_{I2T}}{ln\left(\frac{K_{I2T}^{\ 2}}{K_{I2T}^{\ 2} - 1}\right)}$ *- постоянная времени модели нагрева,*

T_{I2T} *- нормированное время действия перегрузки (по умолчанию - 30 с),*

K_{I2T} *- нормированная кратность перегрузки (по умолчанию - 1.5).*

*При этом в строке состояния отображается немигающий символ флага **I**.*

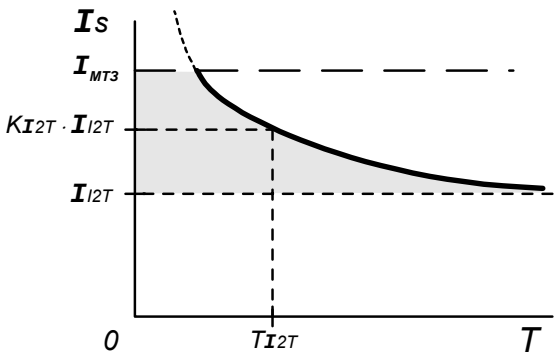


Рис. 4.5. Характеристика время-токовой защиты двигателя.

*Разблокирование привода и сброс флагов защит выполняется входным логическим сигналом «Сброс защит» (**ER_RST**) или отключением питания. Флаги срабатывания защит второй группы могут быть сброшены только при снижении температуры преобразователя (двигателя) до установленного значения или с выдержкой времени, эквивалентной времени остывания двигателя после перегрузки.*

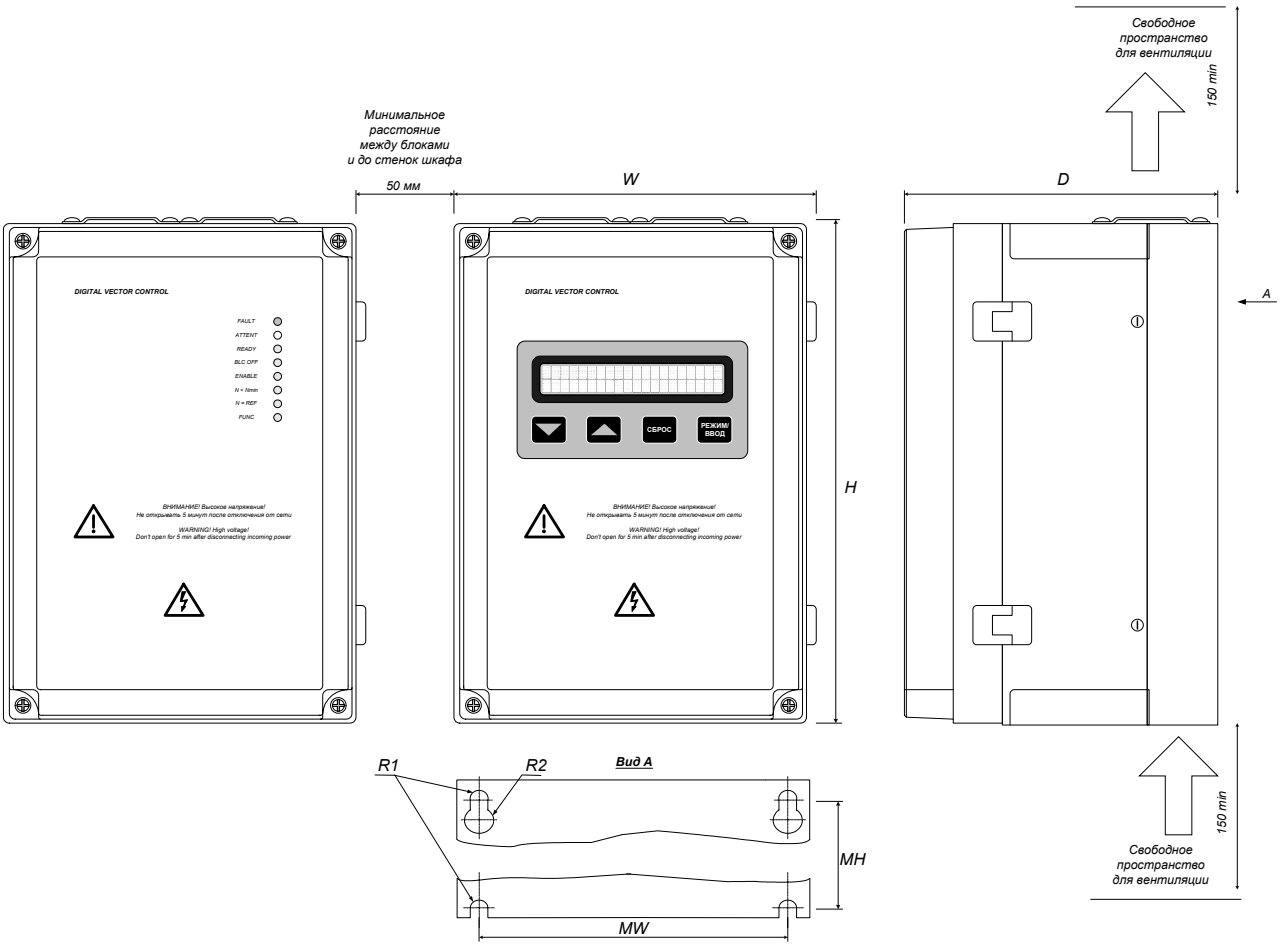
Состояние флагов защит для последних 4 отключений сохраняются в энергонезависимой памяти контроллера. Они отображаются в меню «ИСТОРИЯ ОТКЛЮЧЕНИЙ» с указанием даты и времени отключения.

5. Подготовка электропривода к работе

Последовательность действий	Ссылка
Проверка и подготовка монтажной площадки	п. 5.1.Механический монтаж.
Монтаж преобразователя на стене или в шкафу	п. 5.1.Механический монтаж.
Выбор и монтаж балластного резистора	п. 5.2.4. Выбор балластного резистора, п. 5.2.1. Подключение силовых цепей.
Проверка пригодности двигателя, проверка изоляции кабеля и двигателя	п. 5.2.1. Подключение силовых цепей, п. 5.2.3. Выбор силовых кабелей.
Прокладка кабелей	п. 5.2.6. Прокладка кабелей.
Подключение силовых цепей	п. 5.2.1. Подключение силовых цепей, п. 5.2.2. Заземление.
Подключение цепей управления	п. 5.3 Подключение управляющих сигналов, п. 6. Использование управляющих входов и выходов.
Проверка электрического монтажа	п. 5.2.1.Подключение силовых цепей, п. 5.2.2.Заземление, п. 5.3. Подключение управляющих сигналов.
Настройка управляющих входов и выходов (если необходимо изменить настройки по умолчанию)	п. 6. Использование управляющих входов и выходов.
Ввод номинального напряжения Udc, частоты модуляции.	п. 9. Описание структуры и состава меню. Меню "ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ"
Ввод паспортных данных двигателя	п. 9. Описание структуры и состава меню. Меню "НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ"
Запуск процедуры автонастройки (или ручная установка параметров двигателя)	п. 7. Рекомендации по настройке внутренних контуров регулирования, п. 9. Описание структуры и состава меню. Меню "СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ" Меню "НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ"
Проверка работы электропривода в различных режимах	

5.1. Механический монтаж

Блоки преобразователей частоты монтируются в вертикальном положении с обеспечением свободного пространства между соседними блоками и до стенок шкафа, необходимого для открытия крышек, а также сверху и снизу блоков для обеспечения вентиляции (см. рис. 5.1)



	W	H	D	MW	MH	R1	R2
ЭПВ-10	195	278	180	120	265	3	6
ЭПВ-16	195	278	180	120	265	3	6
ЭПВ-25	210	326	180	130	312	3	6
ЭПВ-32	215	320	220	180	295	3	6
ЭПВ-50	215	320	220	180	295	3	6
ЭПВ-63	237	553	237	191	535	5	10
ЭПВ-100	237	553	237	191	535	5	10
ЭПВ-125	436	573	293	395	555	6	12
ЭПВ-160	436	573	293	395	555	6	12

Рис.5.1. Габаритные и установочные размеры блоков.

Монтажная площадка должна быть выполнена из негорючего материала и иметь достаточную механическую прочность, чтобы выдержать вес преобразователя. Крепежные отверстия размечаются с помощью шаблона.

Направление основного потока охлаждающего воздуха - снизу вверх через радиатор блока. При монтаже в шкафу преобразователь должен быть установлен так, чтобы не попадать в поток воздуха от других преобразователей и тепловыделяющих элементов другого оборудования, в том числе балластных резисторов узла сброса энергии торможения (рис.5.2, а). Желательно избегать размещения одного преобразователя над другим или выдерживать при этом минимальное расстояние между блоками 300 мм.

Температура воздуха на входе преобразователя не должна превышать 40°С. Вентилятор принудительного охлаждения шкафа должен быть установлен так, чтобы получить максимальный обдув преобразователя. При необходимости установить отражательные щитки чтобы исключить рециркуляцию нагретого воздуха снаружи и внутри шкафа (рис. 5.2, б).

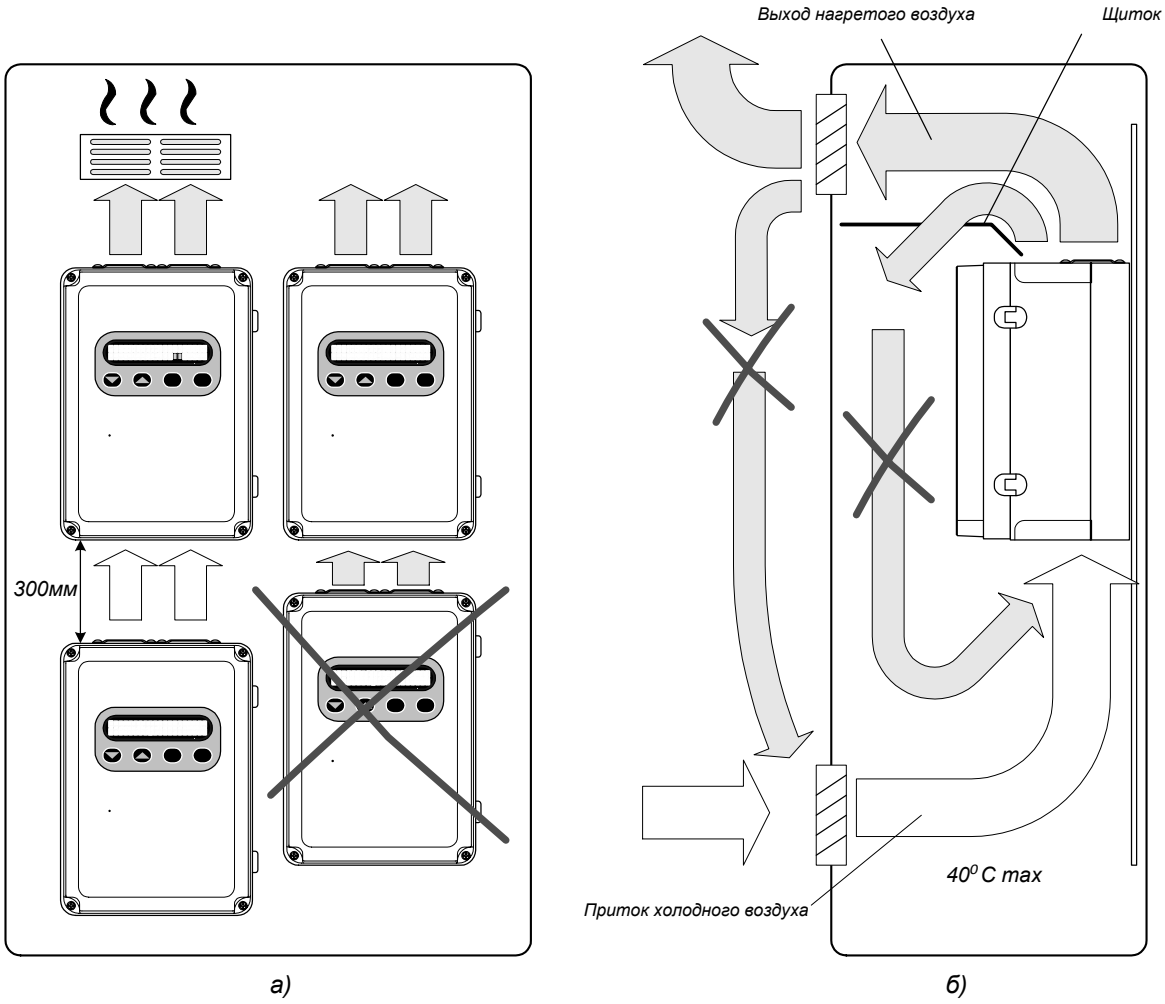


Рис.5.2. Установка преобразователей в шкафу.

Расчет необходимого размера шкафа выполняется по формуле:

$$A_Ш = \frac{P_П}{\Delta T \cdot K_t}, \ м^2,$$

где $A_Ш$ *– площадь теплоотводящей поверхности шкафа;*

$P_П$ *– суммарная мощность потерь;*

K_t *– коэффициент теплопередачи (для окрашенных стальных шкафов* $K_t = 5{,}5$ *Вт / м²·К);*

ΔT *– разница между максимальной температурой снаружи шкафа*

и максимально допустимой температурой внутри шкафа

(обычно принимается $\Delta T = 10 - 20$ *К).*

Для расчета суммарной мощности потерь от оборудования, установленного в шкафу использовать данные для номинальных режимов работы каждого из блоков.

Частота модуляции, Fмод	**Мощность потерь в номинальном режиме**									
	Типоразмер преобразователя частоты									
	ЭПВ-5	ЭПВ-10	ЭПВ-16	ЭПВ-25	ЭПВ-32	ЭПВ-50	ЭПВ-63	ЭПВ-100	ЭПВ-125	ЭПВ-160
5 кГц	76 Вт	120 Вт	188 Вт	262 Вт	318 Вт	515 Вт	576 Вт	936 Вт	1115 Вт	1615 Вт
10 кГц	90 Вт	142 Вт	220 Вт	325 Вт	390 Вт	580 Вт	715 Вт	1160 Вт	1480 Вт	1990 Вт

По расчетному значению $A_Ш$ *определяют требуемые геометрические размеры шкафа.*

Следует иметь в виду, что $A_Ш$ *- это площадь только тех частей, которые соприкасаются со свободно циркулирующим воздухом (не контактируют со стенами и полом).*

Минимальный объем вентилирующего воздуха определяется по формуле:

$$V_{ВЕНТ} = \frac{3{,}1 \cdot P_П}{\Delta T}, \ м^3/ч.$$

Полученное значение используется для выбора производительности вентиляторов.

5.2. Электрический монтаж

Внимание! Электрический монтаж и техническое обслуживание электропривода может выполняться только квалифицированным персоналом с соблюдением действующих норм и правил, а также требований настоящего «Технического описания и инструкции по эксплуатации».

На рис. 5.3 показана схема подключения электропривода с использованием минимального набора сигналов управления и заводской настройкой входов и выходов. Различные варианты использования входных и выходных цепей преобразователя частоты рассмотрены ниже.

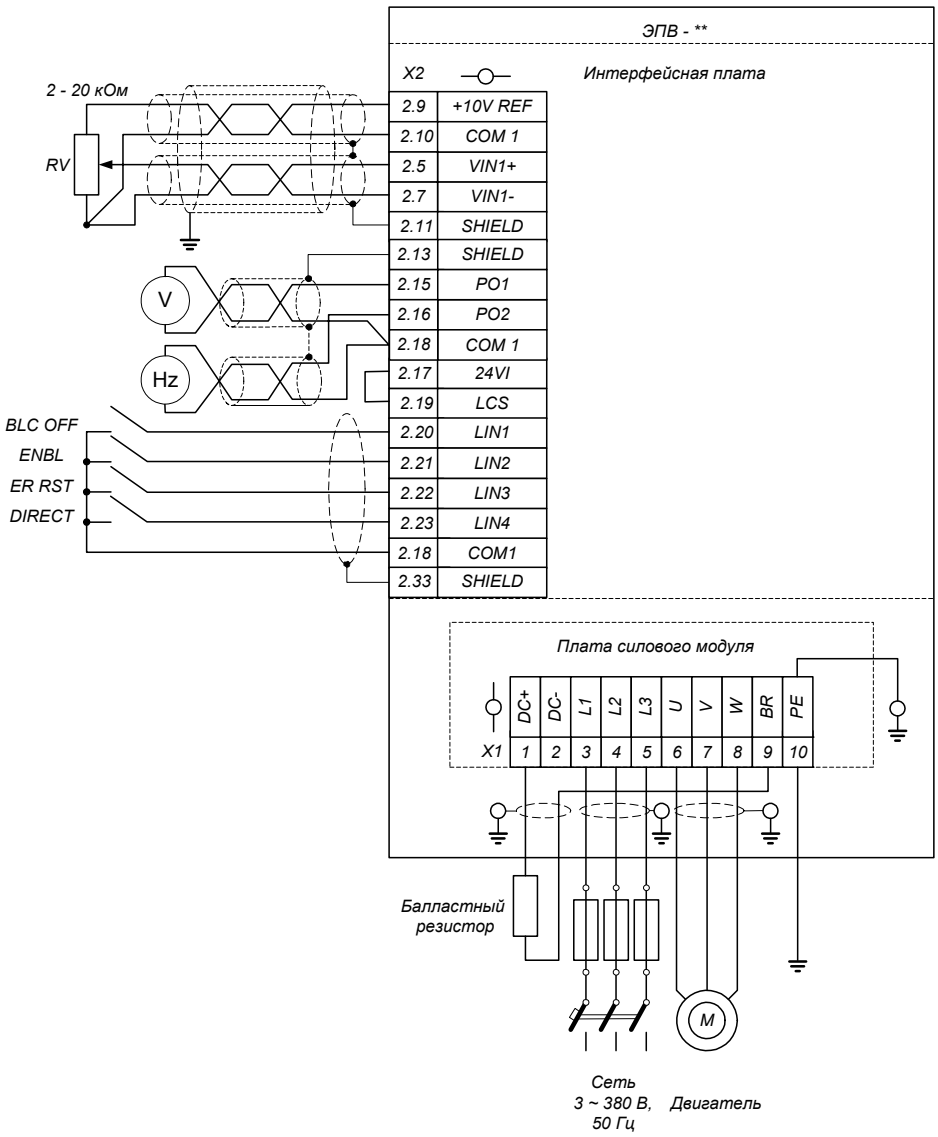


Рис. 5.3. Типовая схема подключения преобразователя частоты.

Внимание! Не используйте для пуска и останова двигателя контакторы, устанавливаемые между сетью и преобразователем и между преобразователем и двигателем. Несоблюдение этих требований может привести к повреждению силовых элементов преобразователя.

5.2.1. Подключение силовых цепей

Перед началом электрического монтажа убедитесь в пригодности двигателя для подключения к преобразователю частоты.

Внимание! Не допускается использование двигателя, номинальное напряжение которого менее половины напряжения питания преобразователя частоты или номинальный ток менее 1/5 его номинального выходного тока.

Необходимо учитывать, что выходное напряжение преобразователя на IGBT имеет форму импульсов с очень короткими фронтами (0,1 – 0,2 мкс) и амплитудой 1,35 напряжения питающей сети. В зависимости от параметров кабеля напряжение на зажимах двигателя может удваиваться. Изоляция двигателя должна выдерживать повышенную нагрузку, при необходимости следует использовать фильтры ограничения dU/dt.

Подключение силовых цепей – питающей сети, двигателя и балластного резистора выполняют с помощью клеммника, расположенного на плате силового модуля в нижней части преобразователя частоты под крышкой блока (см. рис.5.4).

Внимание!
Запрещается выполнять работы по обслуживанию преобразователя, двигателя, силовых кабелей при включенном напряжении питания.
Не допускается прикасаться к клеммнику подключения силовых цепей преобразователя частоты, пока горит красный сигнальный светодиод, индицирующий наличие заряда фильтра звена постоянного напряжения. Напряжение на клеммах может достигать 700 В постоянного тока.

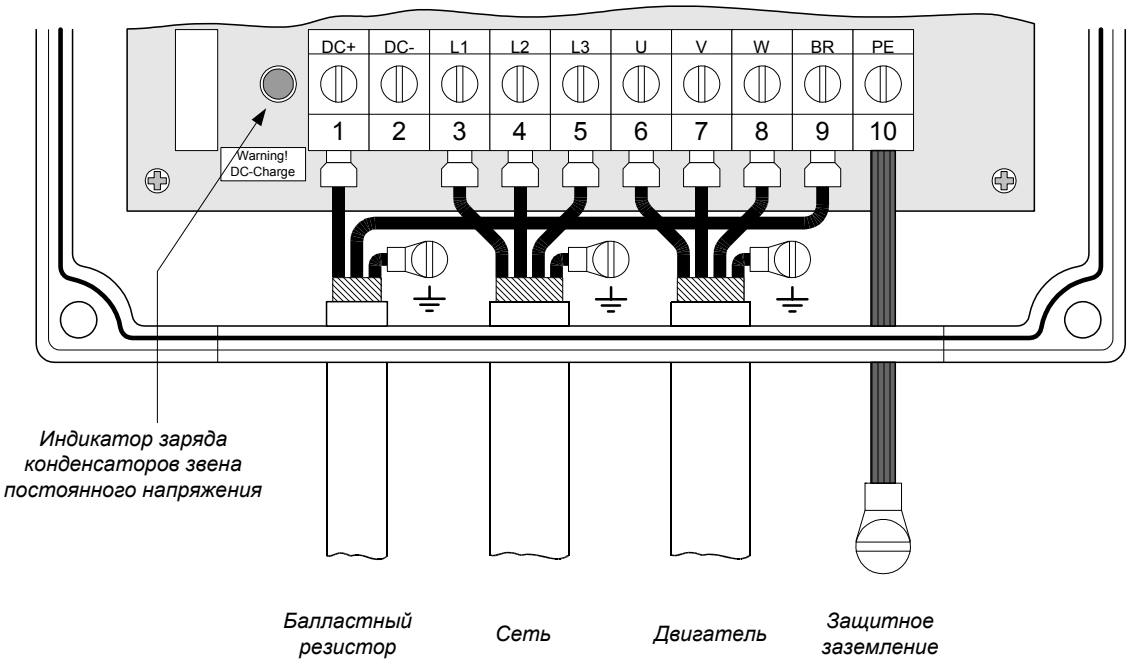


Рис.5.4. Подключение силовых цепей.

Подключения силовых цепей выполняются в соответствии с таблицей 5.1.

Внимание! Ни в коем случае не допускать подключения линий сети к выходным клеммам преобразователя U, V, W. Ошибочное подключение ведет к неустранимым повреждениям преобразователя и угрозе обслуживающему персоналу.

Таблица 5.1

№ клеммы на разъёме X1	**Обозначение на схеме**	**Подключение**
1 2	DC+ DC-	балластный резистор / рекуперативный блок - /рекуперативный блок
3 4 5	L1 L2 L3	фаза A сети фаза B сети фаза C сети
6 7 8	U V W	фаза U двигателя фаза V двигателя фаза W двигателя
9	BR	балластный резистор
10	PE	Защитное заземление

Подключение сети, двигателя и балластного резистора следует выполнять кабелями с изоляцией, соответствующей напряжению питающей сети и нагревостойкостью до 70ºС. Подключение к сети выполняется через защитный автоматический выключатель и предохранители. Выбор предохранителей, сечение проводников кабелей рекомендуется выполнять согласно таблице 5.2 в соответствии с требованиями DIN VDE 0100.430.1 и действующих ГОСТ.

Таблица 5.2

Номинальная мощность двигателя $P_н$, кВт	**Номинал предохранителя**	**Сечения проводов подключения сети S, мм^2**	**Сечения проводов подключения двигателя S, мм^2**
		клеммы L1, L2, L3	клеммы U, V, W
1,5	10 А	2,5	2,5
2,2	10 А	2,5	2,5
3,0	16 А	2,5	2,5
3,7	16 А	2,5	2,5 - 4,0
5,5	20 А	2,5	2,5 - 4,0
7,5	25 А	4,0	4,0 - 6,0
11,0	35 А	6,0	6,0
15	50 А	10,0	6,0 - 10,0
18,5	50 А	10,0	10,0
22	63 А	16,0	16,0
30	80 А	25,0	25,0
37	100 А	35,0	25,0 - 35,0
45	125 А	50,0	35 - 50
55	160 А	70,0	50 – 70
75	200 А	70,0	70
90	250 А	120,0	120
110	300 А	120,0	120

5.2.2. Заземление

Заземление преобразователя, двигателя и подключенного к ним оборудования выполняется для обеспечения безопасности персонала и снижения уровня электромагнитных помех.

Не допускается эксплуатация преобразователя без подключения проводника защитного заземления!

В установках, требующих обеспечения минимального уровня электромагнитных помех необходимо выполнить 360° высокочастотное заземление кабельных вводов с подключением экранов кабелей к шине защитного заземления.

При совместной установке нескольких преобразователей каждый из них подключается к шине заземления отдельным проводником.

Сечение защитного проводника рекомендуется выбирать по таблице 5.3 или согласно DIN VDE0160 раздел 6.5.2.1.

Таблица 5.3

Номинальный ток преобразователя	**Сечение защитного проводника S, не менее мм^2**
5 ÷ 16 А	2,5
25 ÷50 А	4
63 ÷ 100 А	6
100 ÷ 160 А	16

5.2.3. Выбор силовых кабелей

Для различных условий применения (в соответствии с EN50081, 50082, 61800) в зависимости от требований к электромагнитной совместимости (ЭМС) рекомендуется использовать типы кабелей в соответствии с таблицей 5.4.

Таблица 5.4

Подключение	**Уровень излучений**		
	N (без ограничений)	I (для промышленной среды)	C (для бытовой среды)
	Тип кабеля		
Сеть	Силовой кабель для неподвижного монтажа (экран не обязателен)	Силовой кабель для неподвижного монтажа (экран не обязателен)	Силовой кабель для неподвижного монтажа (экран не обязателен)
Двигатель	Силовой кабель с концентрическим экраном	Силовой кабель с концентрическим экраном	Силовой кабель с экранирующей оболочкой с низким полным волновым сопротивлением
Балластный резистор	Силовой кабель с концентрическим экраном	Силовой кабель с концентрическим экраном	Силовой кабель с экранирующей оболочкой с низким полным волновым сопротивлением

Использование для подключения двигателя симметричного экранированного кабеля по сравнению с четырехпроводным обеспечивает меньший уровень электромагнитного излучения всей системы привода, а также меньшие токи через подшипники двигателя и их износ.

Для эффективного подавления индуктивных и кондуктивных помех проводимость экрана должна составлять не менее 1/10 проводимости фазного проводника.

При использовании экрана кабеля в качестве проводника защитного заземления его сечение должно соответствовать значениям, указанным в таблице 5.2. При невыполнении этого условия рекомендуется использовать кабель с симметричными проводниками защитного заземления (см. рис. 5.5) или отдельный проводник заземления.

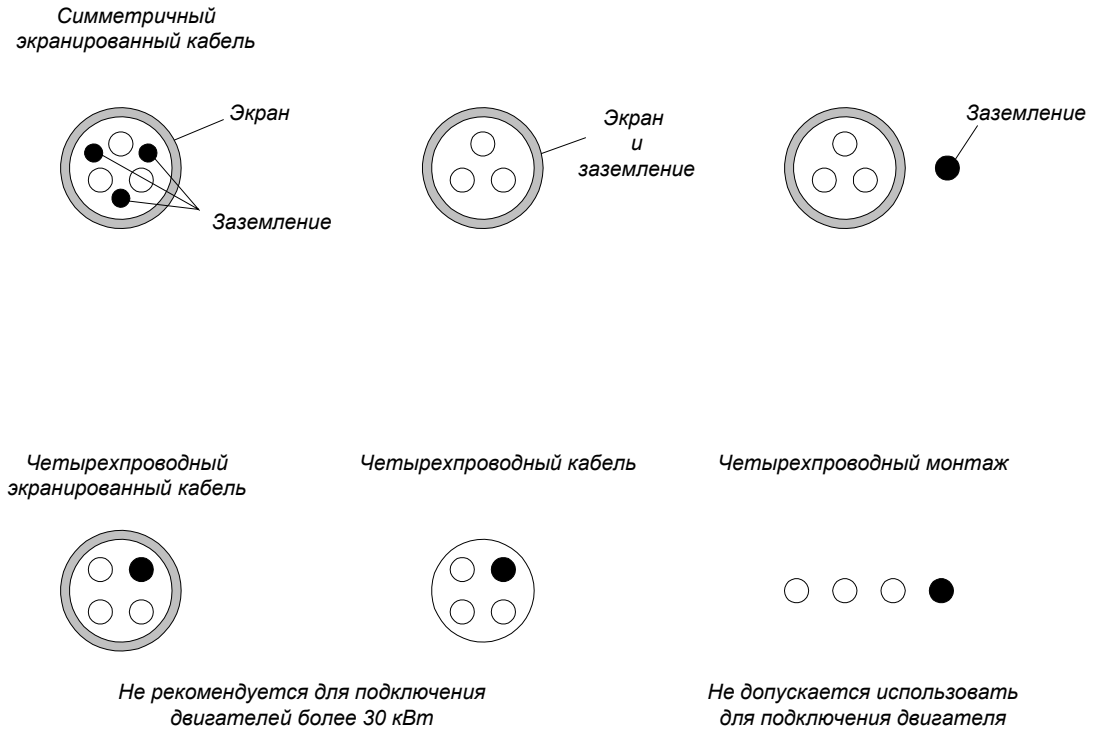


Рис. 5.5. Типы силовых кабелей.

Для условий с повышенными требованиями электромагнитной совместимости подключение преобразователя к сети и к двигателю может выполняться с помощью дополнительных фильтров ЭМС. При установке на выходе преобразователя «синус-фильтра» (sine-wave output filter) подключение двигателя может быть выполнено неэкранированным кабелем.

Дополнительно на входе преобразователя частоты может быть установлен 3-фазный дроссель, улучшающий форму входного тока. Использование входного дросселя целесообразно в следующих случаях:

- *Преобразователь питается от близко установленного трансформатора мощностью более 500 кВА;*
- *Мощность питающего трансформатора превышает мощность преобразователя более чем в 10 раз;*
- *Близкое подключение нескольких преобразователей частоты или тиристорного преобразователя;*
- *Разбаланс напряжений в фазах источника превышает 3%.*

5.2.4. Выбор балластного резистора.

Балластный резистор используется для рассеивания кинетической энергии, запасенной нагрузкой электропривода, которая возвращается в конденсаторы фильтра звена постоянного напряжения при торможении или реверсе. Выбор балластного резистора выполняется по номинальному сопротивлению, максимальному рабочему напряжению и нагрузочной способности. Номинальное сопротивление определяет ток через резистор в режиме рекуперации, который должен соответствовать максимальному току двигателя. При завышенном значении сопротивления ток разряда конденсаторов фильтра может оказаться недостаточным для обеспечения требуемого темпа торможения, что может вызвать срабатывание защиты от превышения напряжения. При заниженном значении сопротивления может срабатывать максимально-токовая защита IGBT узла сброса энергии торможения.

Резистор должен выдерживать максимальное рабочее напряжение 800 В. Допускается использование последовательно соединенных резисторов с меньшим рабочим напряжением. Требуемая мощность резистора может быть получена с помощью параллельного и последовательного соединения нескольких. При использовании параллельного или последовательного соединения нескольких резисторов суммарное сопротивление должно соответствовать рекомендованным значениям, указанным в таблице 5.5.

Таблица 5.5

Типоразмер преобразователя	*Сопротивление балластного резистора* $R_{бр}$
ЭПВ-ТТПТ-5-380-1АО	*62 Ом*
ЭПВ-ТТПТ-10-380-1АО	*43 Ом*
ЭПВ-ТТПТ-16-380-1АО	*27 Ом*
ЭПВ-ТТПТ-25-380-1АО	*24 Ом*
ЭПВ-ТТПТ-32-380-1АО	*15 Ом*
ЭПВ-ТТПТ-50-380-1АО	*12 Ом*
ЭПВ-ТТПТ-63-380-1АО	*8,2 Ом*
ЭПВ-ТТПТ-100-380-1АО	*7,5 Ом*
ЭПВ-ТТПТ-125-380-1АО	*6,8 Ом*
ЭПВ-ТТПТ-160-380-1АО	*6,3 Ом*

Выбор балластного резистора выполняется по двум параметрам:

$P_{бр}$ *- суммарная мощность, Вт;*

$W_{бр}$ *- максимальная однократно рассеиваемая энергия, Дж.*

Если в документации не указано значение $W_{бр}$*, его можно определить приближенно:*

$$W_{бр} \approx 10 \cdot P_{бр} .$$

Рекомендуется использовать резисторы, допускающие значительные кратковременные перегрузки, имеющие малую собственную индуктивность и емкость.

Для надежной работы узла сброса энергии торможения необходимо выполнение условия:

$$W_{бр} \geq J_{\Sigma}(\omega_{max}^2 - \omega_{min}^2)/2 , \text{ где} \qquad (5.1)$$

J_Σ - суммарный момент инерции двигателя и механизма, приведенный к валу двигателя, кг*м^2;

ω_{max}, ω_{min} - максимальное и минимальное значение скорости в начале и в конце торможения, рад/с.

Минимально допустимую длительность рабочего цикла «разгон – торможение» (рис.5.6) при заданной мощности балластного резистора приближенно можно определить из соотношения:

$$T_ц \geq \frac{J_\Sigma \cdot (\omega_{max}^2 - \omega_{min}^2)}{4 \cdot P_{бр}} \qquad (5.2)$$

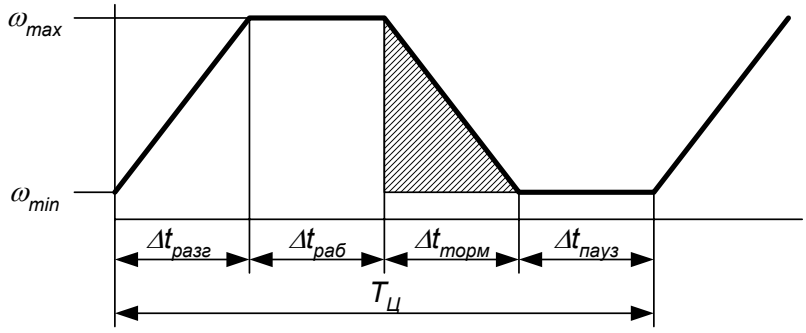


Рис. 5.6. Рабочий цикл «разгон – торможение» электропривода.

Требуемую мощность резистора при заданной длительности цикла можно определить:

$$P_{бр} \geq \frac{J_\Sigma \cdot (\omega_{max}^2 - \omega_{min}^2)}{4 \cdot T_ц} \qquad (5.3)$$

Для окончательного выбора резистора должны выполняться оба условия (5.1) и (5.3).

Преобразователь выполняет время-токовую защиту узла сброса энергии торможения. Для правильной настройки защиты должны быть установлены действительные параметры балластного резистора **Р бр** и **R бр** в соответствующих строках меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / БАЛЛАСТНЫЙ РЕЗИСТОР» пульта управления. Защита выполняется путем сравнения рассеиваемой в режиме рекуперации мощности с номинальной (указанной в параметре **Р бр**) с учетом допустимой перегрузки (указанной параметром **К бр** , по умолчанию -1.5) и времени ее действия (указанного параметром **Т бр** , по умолчанию - 30 секунд).

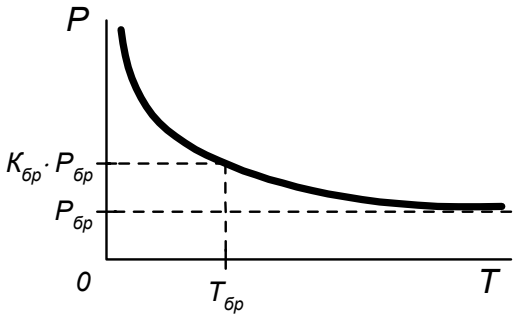


Рис. 5.7. Характеристика перегрузочной способности балластного резистора.

5.2.5. Использование рекуперативного блока.

При необходимости работы электропривода в генераторном режиме или в напряженных динамических режимах с высокоинерционной нагрузкой целесообразно возвращать накопленную кинетическую энергию в питающую сеть. Для этого один или несколько преобразователей могут быть запитаны от рекуперативного блока, подключенного к сети. Кроме экономии электроэнергии использование рекуперативного блока позволяет решить проблемы электромагнитной совместимости благодаря синусоидальной форме потребляемого или возвращаемого в сеть тока и возможности управления входным коэффициентом мощности.

Рекуперативный блок должен быть согласован по нагрузке с подключенными к нему инверторами. Подключение каждого блока инвертора к общему звену постоянного напряжения следует выполнять через индивидуальные предохранители. Предохранители следует выбирать исходя из мощности подключенного к инвертору двигателя ($P_{НОМ}$) и номинальному уровню стабилизированного напряжения на шинах DC+ DC- ($U_{DC\ НОМ}$):

$$I_{br} = 1{,}5 \cdot \frac{P_{ном}}{U_{dc\ ном}}$$

*Стабилизированное постоянное напряжение на выходе рекуперативного блока, как правило, программируется на уровне более высоком, чем для неуправляемого выпрямителя (при напряжении питающей сети ~380 В может быть установлено в диапазоне 580 – 650 В). Для согласования с ним в каждом подключенном инверторе в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ» необходимо установить соответствующее значение параметра **Udc ном**.*

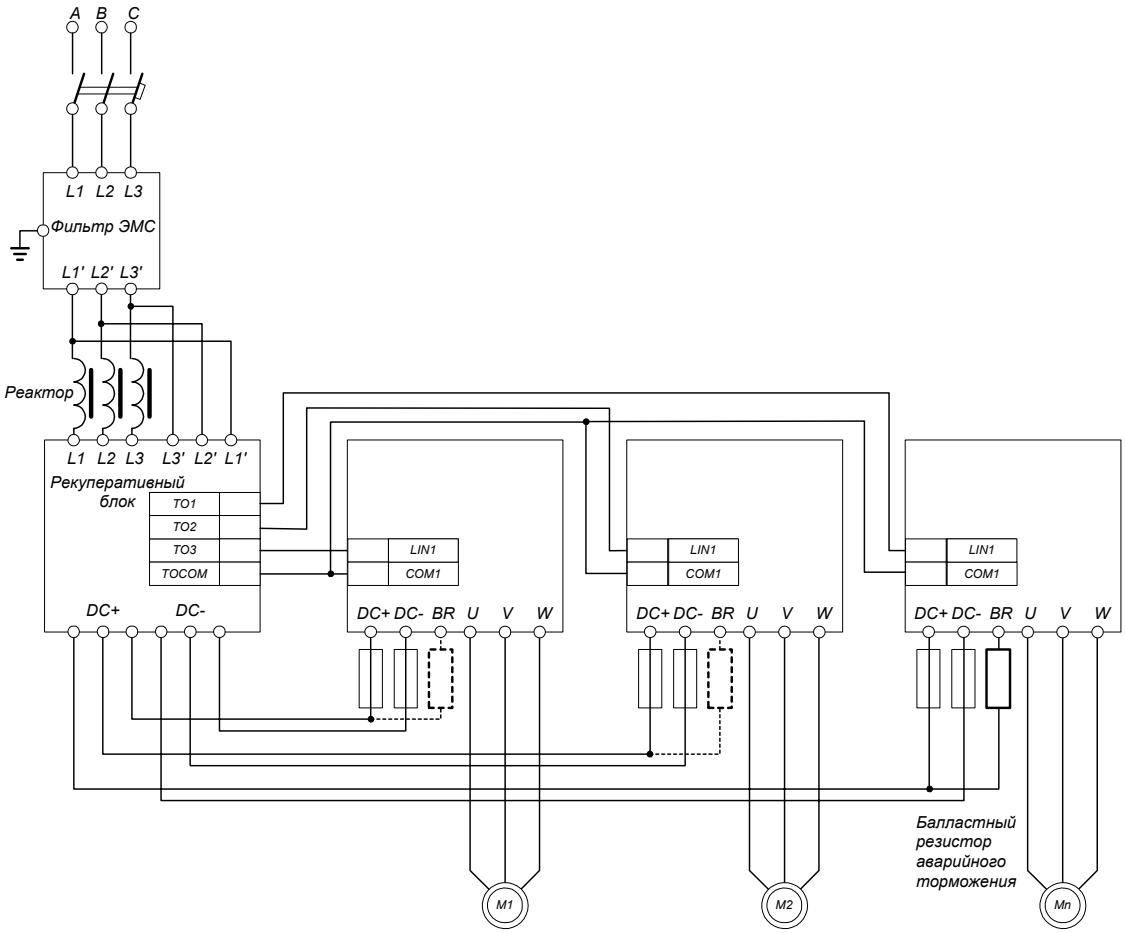


Рис. 5.8. Подключение рекуперативного блока.

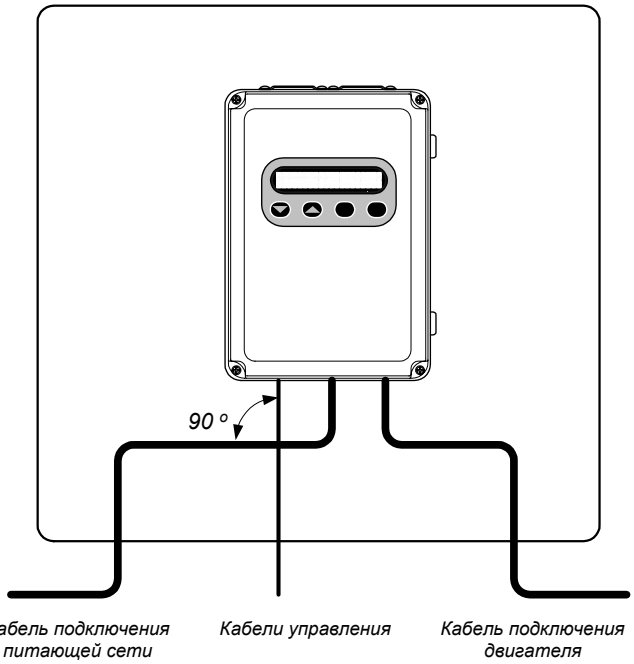
На логический вход LIN1 каждого инвертора, которому по умолчанию присвоена функция отработки внешнего управляющего сигнала «Снятие блокировки», с одного из транзисторных выходов рекуперативного блока заводится сигнал «Работа». Можно использовать и любой другой логический вход, назначив ему функцию 1 - «Снятие блокировки». Это необходимо, чтобы в случае срабатывания защиты рекуперативного блока произвести блокировку подключенных к нему инверторов и тем самым защитить от перегрузки резисторы узла мягкого заряда конденсаторов.

Для реализации функции экстренного торможения в случае отказа рекуперативного блока необходимо подключить балластные резисторы между шиной DC+ и клеммами BR инверторов. Сопротивление резисторов выбирается согласно таблице 5.5. При выборе мощности резистора следует учитывать, что в нормальном режиме он не работает и должен выдерживать только однократное рассеивание энергии. Подключать защитные резисторы рекомендуется только в случае, если возможно опрокидывание двигателя активным моментом нагрузки.

5.2.6. Прокладка кабелей.

При прокладке кабелей следует соблюдать следующие правила:

- *Кабель подключения двигателя размещать по возможности отдельно от других кабелей и избегать параллельной прокладки его с другими кабелями. При параллельной прокладке соблюдать минимальные расстояния между кабелями:*
  0.3 м - при длине кабеля до 50 м,
  1 м - при длине кабеля до 200 м.
- *Максимальная длина кабеля подключения двигателя без фильтров и компенсирующих устройств не должна превышать 200 м для условий типа **N**, 100 м - для типа **I**, 50 м - для типа **C** (см. п.5.2.3).*
- *Кабели управления по возможности должны прокладываться отдельно от силовых.*
- *Силовые кабели должны пересекать кабели управления под углом 90º.*



5.3. Подключение управляющих сигналов.

5.3.1. Выбор кабелей управления.

Подключение управляющих сигналов рекомендуется выполнять гибкими экранированными кабелями с многожильными проводниками. Сечение проводников следует выбирать по токовой нагрузке цепей с учетом рекомендуемых для различных типов разъемов и клеммников минимальных и максимальных значений, указанных в таблице 5.6.

Таблица 5.6.

Клеммники, разъемы	**Сечение проводников (мм^2)**	
	MIN	MAX
X2	0,5	1,5
X3	0,1	2,5
X4	0,5	1,5
X5	0,08	0,14
X6	0,1	0,6
X7	В преобразователях исполнения 1 не устанавливаются	
X8		
X9	0,08	0,14

Для аналоговых сигналов следует использовать кабель типа витая пара с двойным экраном (рис.5.9, б). При этом каждый из сигналов подключать отдельной экранированной парой. Не рекомендуется использовать один общий провод для разных сигналов. Аналоговые и цифровые сигналы следует подключать отдельными экранированными кабелями.

Для подключения логических входов можно использовать кабель с одним экраном.

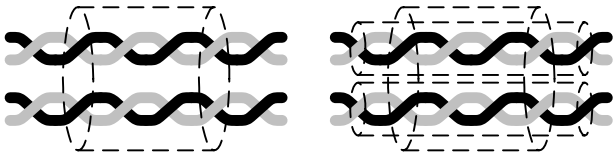
Транзисторные и релейные выходы допускается подключать одним кабелем с логическими входами при условии, что напряжение сигнала не превышает 48 В.

Релейные сигналы рекомендуется подключать витыми парами.

Запрещается подключать сигналы с напряжением до 24 В постоянного тока и 110/220 В переменного тока с помощью одного кабеля.

Низковольтные цифровые сигналы коммуникационных портов рекомендуется подключать кабелем с двойным экраном, но можно использовать и кабель с несколькими витыми парами в одном экране (рис.5.9, а).

Подключение выносного пульта ручного управления следует выполнять кабелем, оконцованным разъемами и проверенным в заводских условиях. Длина кабеля не должна превышать 1,5 м.



а) *б)*

Рис. 5.9. Сигнальные кабели с одиночным (а) и двойным (б) экраном.

5.3.2. Подключение экранированных кабелей.

Для кабелей, подключение которых выполняется через разъемы, помехозащищенность сигналов обеспечивается с помощью соединения экранов через отдельные выводы или корпуса разъемов с контуром интерфейсной платы, соединенным с заземленным шасси преобразователя.

Для максимальной помехозащищенности кабелей, подключаемых к клеммникам, следует обеспечить 360° заземление экрана, для этого:

- *аккуратно зачистить изоляцию кабеля, избегая повреждения проводников экрана;*
- *на проводящую поверхность экрана надеть хомут с проводящим покрытием, при необходимости обмотав экран проводящей фольгой;*
- *закрепить хомут в ближайшем к месту подключения жил кабеля специальном резьбовом отверстии панели-экрана.*

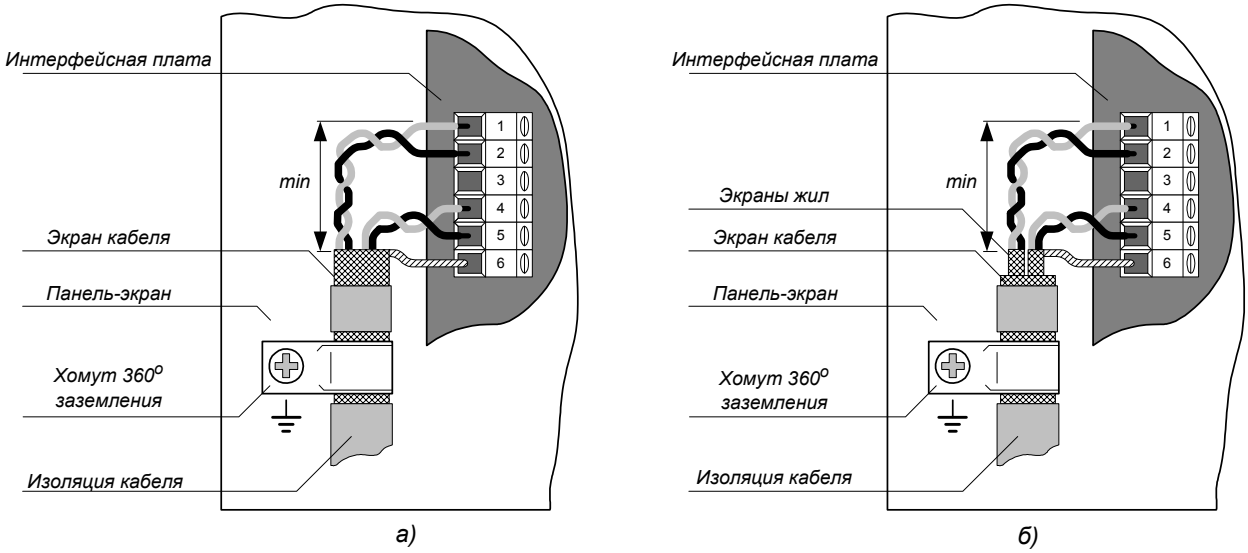


Рис 5.10. Подключение экранированных кабелей.

<u>Для кабелей с одним экраном</u>:

Скрутить проводники оплетки экрана и подключить к ближайшей к группе сигналов клемме с обозначением «SHIELD».

<u>Для кабелей с двойным экраном</u>:

Соединить скрученные оплетки экранов от витых пар между собой и подключить к ближайшей клемме с обозначением «SHIELD».

Длина скрученного проводника экрана должна быть минимальной. Не рекомендуется подключать к одной клемме экраны разных кабелей.

Сигнальные пары кабеля должны быть скручены как можно ближе к клеммам подключения, а длина открытой от экрана части проводников кабеля – минимальной. Это позволяет снизить уровень индуктивных помех.

Свободный конец экрана кабеля оставить незаземленным или заземлить через высоковольтный высокочастотный конденсатор емкостью 1 000 - 5 000 пФ. Экран заземляется с обоих концов в случае, если контур заземления общий и между точками заземления отсутствует большая разность потенциалов.

5.3.3. Гальваническая развязка цепей.

Все цепи системы управления имеют гальваническую развязку от силовых высоковольтных цепей, выполненную элементами драйвера, датчиковой системы и источника питания. Напряжение изоляции – не менее 2,5 кВ.

Входные и выходные линии управляющих сигналов интерфейсного модуля для удобства их использования и повышения помехозащищенности разделены на несколько функциональных групп, имеющих раздельные «общие» потенциалы.

Непосредственную связь с «общим» потенциалом микропроцессорного ядра контроллера имеют:

- *Контрольные сигналы, выведенные на разъем X10 базовой интерфейсной платы;*
- *Цепи питания и линии связи пульта ручного управления (разъем X9).*

*Имеют оптронную развязку от микропроцессорного ядра с напряжением изоляции не менее 1 кВ и формируются относительно общего потенциала «**COM1**» следующие цепи ввода-вывода на клеммнике X2:*

- *Аналоговые входы (**CIN1**, **CIN2**, **VIN1**, **VIN2**) ;*
- *Источник опорного напряжения +10 В (**10VREF**);*
- *Вход терморезистора (**TM**);*
- *Источник питания +24 В (**24VI**);*
- *Логические входы (**LIN1 – LIN12**);*
- *Импульсные выходы (**PO1, PO2**).*

*Транзисторные выходы (клеммы X2.36 - 2.39) имеют оптронную развязку от микропроцессорного ядра контроллера и изолированы от других цепей ввода-вывода, формируются относительно объединенных выводов эмиттеров транзисторных ключей – клемма «**TOCOM**» (X2.35), потенциал которой может быть определен произвольно.*

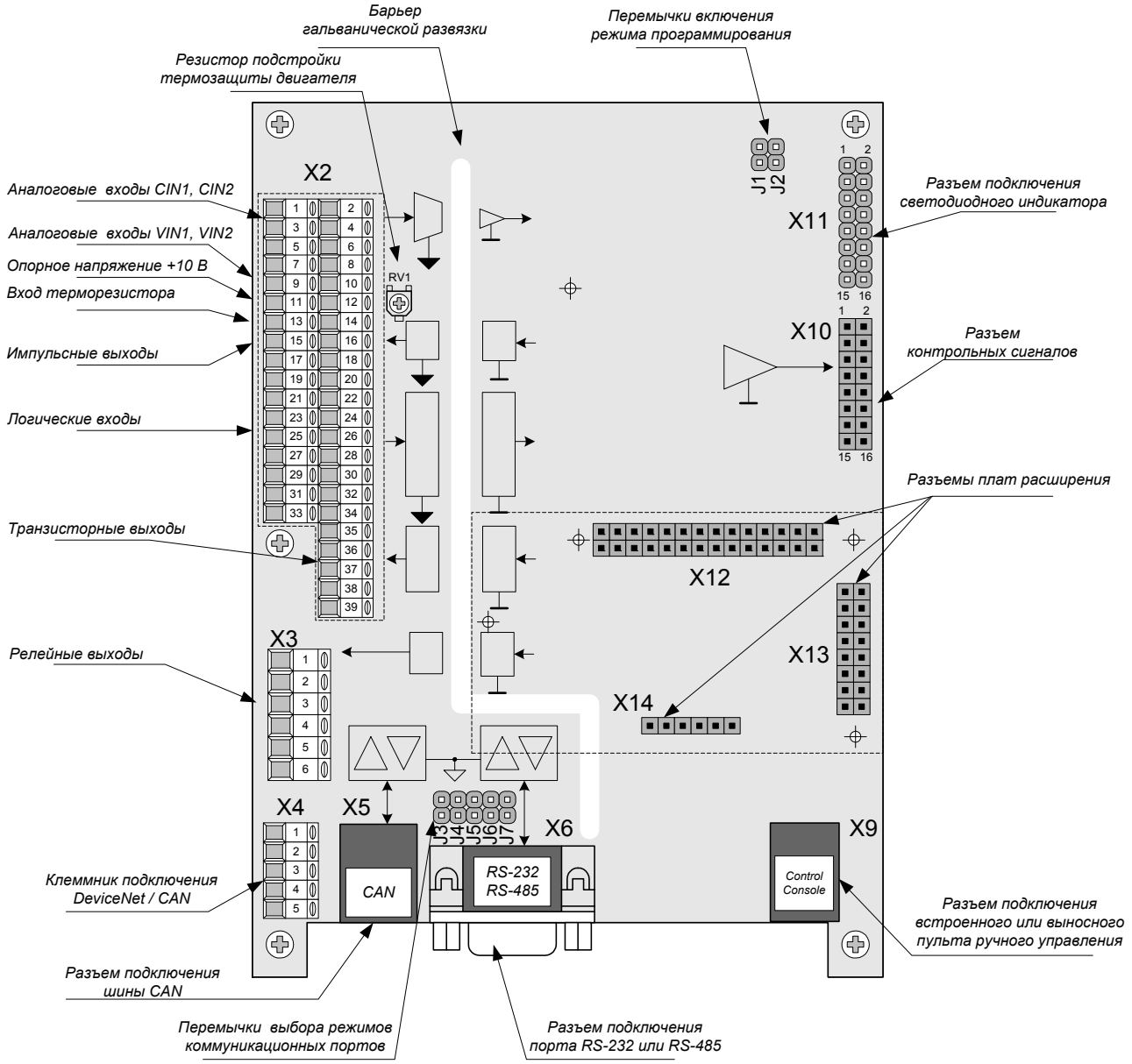
Релейные выходы (клеммник X3) имеют «сухие» контакты и также могут быть подключены к потенциалу любых цепей ввода-вывода или включены в схемы управления силовыми цепями. Напряжение изоляции между катушкой и контактами – 1,5 кВ.

*Коммуникационные порты RS-232/485 (разъем X6) и CAN (клеммник X4, разъем X5) имеют гальваническую развязку от микропроцессорного ядра контроллера и изолированы от других цепей ввода-вывода. Сигналы формируются относительно «общего» потенциала коммуникационных портов «**COM2**».*

*Клеммы с обозначением «**SHIELD**» и выводы (корпуса) разъемов, предназначенные для подключения экранов кабелей управляющих сигналов, связаны с «землями» соответствующих групп сигналов через резисторы 2 МОм и конденсаторы 4,7 нФ (см. рис. 5.11.)*

5.3.4. Интерфейсный модуль.

Подключение входных и выходных управляющих сигналов выполняется с помощью клеммников и разъемов интерфейсного модуля (рис.5.11.). Интерфейсный модуль состоит из базовой интерфейсной платы и устанавливаемых при необходимости дополнительных плат расширения.



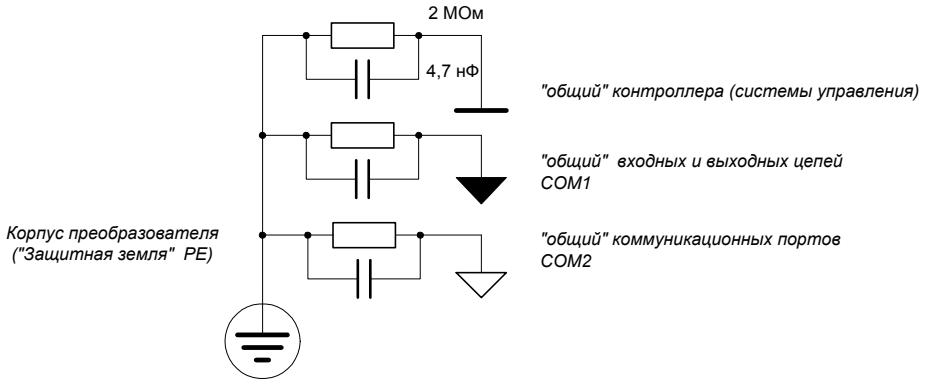


Рис.5.11. Базовая интерфейсная плата.

5.3.5. Клеммники и разъемы базовой интерфейсной платы.

Таблица 5.7.

X2			
Номер	Обозначение	Назначение	Характеристики
1	CIN1+	Вход токового сигнала (канал 1)	4..20 мА, $R_{вх}$=20 Ом, U_{max}=24 В
3	CIN1-		
2	CIN2+	Вход токового сигнала (канал 2)	
4	CIN2-		
5	VIN1+	Вход дифференциального сигнала напряжения (канал 1)	0..±10 В, $R_{ВХ}$=200кОм
7	VIN1-		
6	VIN2+	Вход дифференциального сигнала напряжения (канал 2)	
8	VIN2-		
9	10VREF	Выход источника опорного напряжения +10 В	+10 В $\pm$ 0,1%, I_{MAX}= 10 mA
10	COM1	Общий цепей ввода-вывода	
11	SHIELD	Экран кабеля	Соединен с корпусом преобразователя
12	TM+	Вход PTC терморезистора защиты двигателя	$U_{ВЫХ}$=10 В, $R_{ПОРОГ}$ = 680..3900 Ом (устанавливается потенциометром RV1)
14	TM-/COM1		
13	SHIELD	Экран кабеля	Соединен с корпусом преобразователя
15	PO1	Импульсный выход (канал 1)	$U_{ВЫХ}$ =0..10 В
16	PO2	Импульсный выход (канал 2)	
18	COM1	Общий цепей ввода-вывода	То же, что X2.10
17	24VI	Встроенный источник +24 В	24 В ±5%, I_{MAX}=40 мА
19	LCS	Питание логических входов	Подключить к клемме 17 или внешнему источнику +24 В.
20	LIN1	Логические входы	$R_{ВХ}$=20 кОм
21	LIN2		
22	LIN3		
23	LIN4		
24	LIN5		
25	LIN6		
26	LIN7		
27	LIN8		
28	LIN9		
29	LIN10		
30	LIN11		
31	LIN12		
32	24VI	Встроенный источник +24 В	То же, что X2.17
33	SHIELD	Экран кабеля	Соединен с корпусом преобразователя
34	COM1	Общий цепей ввода-вывода	То же, что X2.10
35	TOCOM	Общий транзисторных выходов	Эмиттеры транзисторов. Подключить к клемме 34 или “-“ внешнего источника
36	TO1	Транзисторный выход (канал 1)	Открытый коллектор. U_{max}=100 VDC I_{MAX}= 100 mA
37	TO2	Транзисторный выход (канал 2)	
38	TO3	Транзисторный выход (канал 3)	
39	TO4	Транзисторный выход (канал 4)	

Таблица 5.7.(Продолжение)

X3			
Номер	Обозначение	Назначение	Характеристики
1	RO1NO		max 2 A @ 30 VDC; max 0,1 A @ 250 VAC
2	RO1		
3	RO1NC	Релейный выход 1	
4	RO2NO		
5	RO2		
6	RO2NC	Релейный выход 2	

X4			
Номер	Обозначение	Назначение	Характеристики
1	V+	Вход “+” внешнее питание CAN/DeviceNet	U_{max}=24 В
2	V-	Вход “-” внешнее питание CAN/DeviceNet	
3	CAN H	Линия CAN H (dominant high)	$R_{terminat}$=120 Ом
4	CAN L	Линия CAN L (dominant low)	$V_{DIFF\ MIN}$=1,5 В
5	SHIELD	Экран кабеля	

X5			
Номер	Обозначение	Назначение	Характеристики
1	CAN H	Линия CAN H (dominant high), то же что X4.3	$R_{terminat}$=120 Ом
2	CAN L	Линия CAN L (dominant low) , то же что X4.4	$V_{DIFF\ MIN}$=1,5 В
3	COM2	Общий коммуникационных портов	
4	-	-	
5	-	-	
6	-	-	
7	COM2	Общий коммуникационных портов	То же, что X5.3
8	-	-	
корпус	SHIELD	Экран кабеля, то же что X4.5	

X6		
Номер	Обозначение	Назначение
1	DCD / A	вход “Data Carrier Detect” RS-232 / линия A RS-485
2	RxD / B	вход “Receive Data” RS-232 / линия B RS-485
3	TXD	выход “Transmit Data” RS-232
4	DTR	выход “Data Term Ready” RS-232
5	SG	Сигнальная земля = COM2, то же что X5.3, X5.7
6	DSR	вход “Data Set Ready” RS-232
7	RTS	выход “Request To Send” RS-232
8	CTS	вход “Clear To Send” RS-232
9	232 / 485	Выбор режима порта (соединен с SG - RS-232 / не подключен - RS-485)
корпус	SHIELD	Экран кабеля

X7
В преобразователях исполнения 1 не устанавливается

X8
В преобразователях исполнения 1 не устанавливается

X9		
Номер	Обозначение	Назначение
1	+5VD	Питание пульта ручного управления 5В +/-5%, $I_{CC} \leq 100$ мА
2	SCL	Тактовый сигнал шины I^2C
3	SDA	Сигнал данных шины I^2C
4	DGND	«Цифровая земля» контроллера

X10			
Номер	Обозначение	Назначение	Характеристики
1	+5VD	Напряжение питания цифровой части контроллера	5В +/-5%
2	DGND	«Цифровая земля» контроллера	
3	-5VA	«минус» питания аналоговой части контроллера	-5В +/-2%
4	AGND	«аналоговая земля» контроллера	
5	+5VA	«плюс» питания аналоговой части контроллера	+5В +/-2%
6	AGND	«аналоговая земля» контроллера	
7	Iv OUT	Сигнал датчика тока выходной фазы V *	$-4 \leq U_{вых} \leq +4$ В
8	AGND	«аналоговая земля» контроллера	
9	Iw OUT	Сигнал датчика тока выходной фазы W *	$-4 \leq U_{вых} \leq +4$ В
10	AGND	«аналоговая земля» контроллера	
11	UD OUT	Сигнал датчика напряжения DC *	$0 \leq U_{вых} \leq +4$ В
12	AGND	«аналоговая земля» контроллера	
13	DAC1	Выход ЦАП1 (по умолчанию – задание по скорости) *	$-4 \leq U_{вых} \leq +4$ В
14	AGND	«аналоговая земля» контроллера	
15	DAC2	Выход ЦАП2 (по умолчанию - скорость двигателя) *	$-4 \leq U_{вых} \leq +4$ В
16	AGND	«аналоговая земля» контроллера	

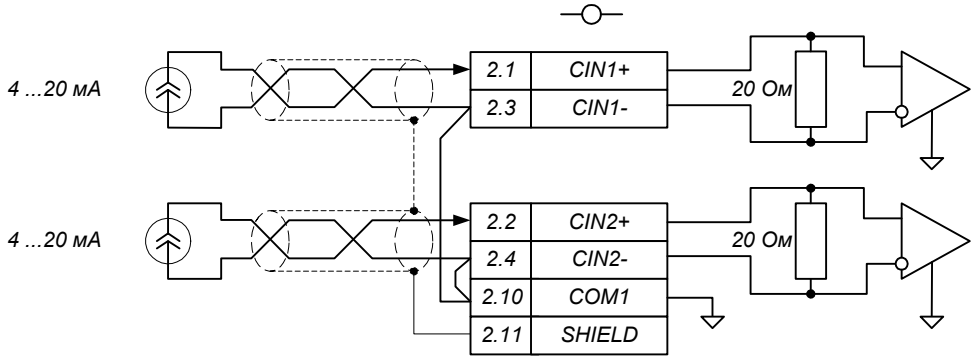
6. *Использование управляющих входов и выходов*.

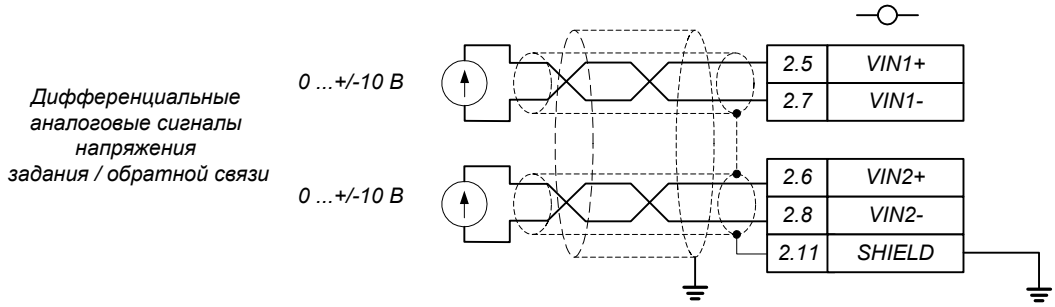
6.1. *Использование аналоговых входов.*

Аналоговые входы могут быть использованы для обслуживания сигналов задания по скорости, технологической переменной и сигналов обратных связей от технологических датчиков. Разрешающая способность преобразования сигналов - 16 бит, быстродействие - 0,001 сек на канал.

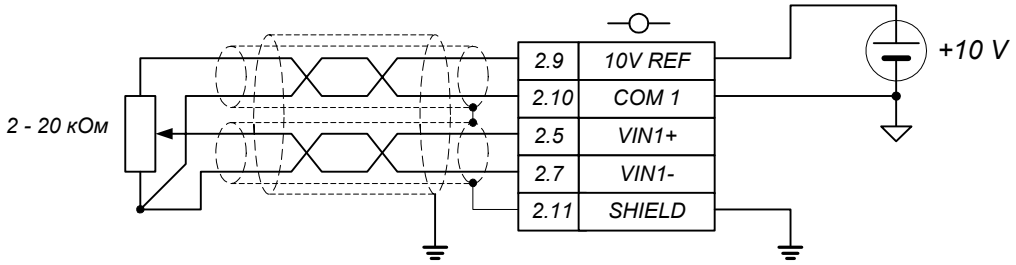
Входы CIN1, CIN2 предназначены для ввода нормированных сигналов типа "токовая петля 4..20мА ", входы VIN1, VIN2 – для дифференциальных сигналов напряжения в диапазоне 0..±10 В.

Для обеспечения максимальной разрешающей способности необходимо соблюдать требования по выбору кабелей, их прокладке и подключению (см. п.п. 5.3.1, 5.3.2.). Необходимо также учитывать, что быстродействие аналого-цифрового преобразования сигналов снижается с увеличением количества активизированных входов.





Сигнал задания может быть сформирован с использованием потенциометра. Для этого переменный резистор 2 – 20 кОм подключается к встроенному прецизионному источнику опорного напряжения +10 В.



Каждый из аналоговых входов имеет индивидуальную настройку. В таблице 6.1. показано назначение входов в заводской настройке.

Таблица 6.1.

Вход	Функциональное назначение в заводской настройке (по умолчанию)
CIN1	Не используется
CIN2	Не используется
VIN1	Задание по скорости
VIN2	Не используется

Активизация нужного входа выполняется путем программирования его функции в комплексном управлении с помощью меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ». Настройка характеристики входа – с помощью меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / АНАЛОГОВЫЕ ВХОДЫ».

Внимание!

При настройке аналогового входа необходимо помнить:

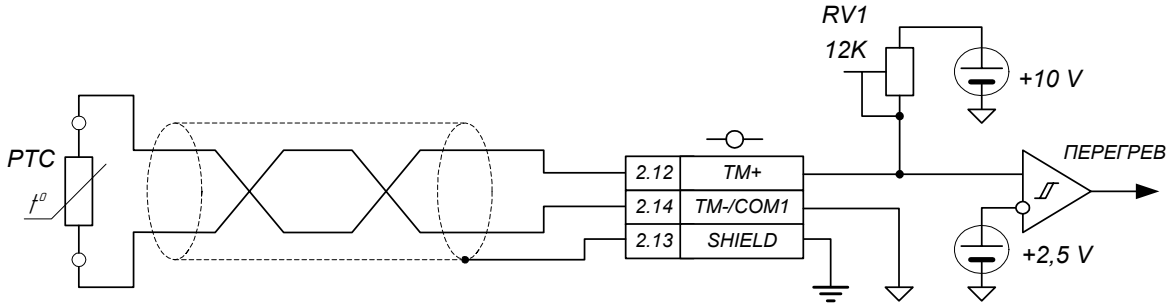
Максимальная скорость в любом режиме работы электропривода не должна превышать предельно допустимой для подключенного двигателя. Для этого требуется корректная установка параметра ***Fs max*** *в меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ» с учетом числа пар полюсов двигателя.*

Если технологический объект допускает вращение вала двигателя только в одном направлении, вход задания должен быть настроен таким образом, чтобы исключить реверс. Несоблюдение требований может привести к повреждению двигателя или механизма.

6.2. Использование входа терморезистора защиты двигателя.

При наличии встроенного в двигатель резистивного датчика температуры преобразователь может выполнять функцию защиты двигателя от перегрева. Предусмотрена возможность использования линейных и нелинейных терморезисторов с положительным температурным коэффициентом сопротивления (PTC) - позисторов. Значение сопротивления при критической температуре (предельной для класса изоляции двигателя) должно находиться в диапазоне 600..3900 Ом. Вход имеет гальваническую развязку от микропроцессорного ядра.

Для обеспечения возможности использования различных типономиналов терморезисторов и компенсации сопротивления кабеля на интерфейсной плате предусмотрен подстроечный резистор RV1. Движок резистора устанавливают в таком положении, чтобы при достижении критической температуры на входе компаратора перегрева (клемма 2.12) уровень напряжения поднимался до порогового значения +2,5 В.



Подключение следует выполнять кабелем с витой экранированной парой, кабель прокладывать отдельно от кабеля двигателя.

Настройку входа рекомендуется выполнять в следующем порядке:

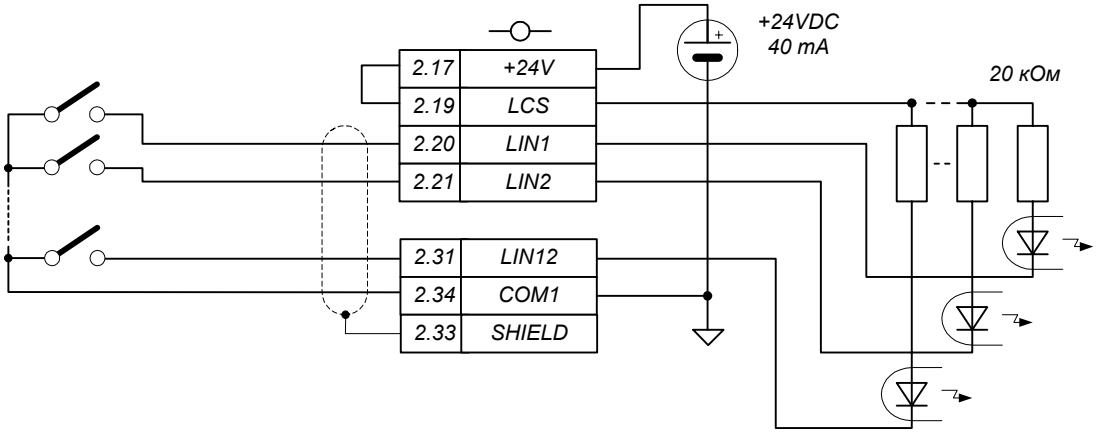
- *По информации о классе изоляции на щитке двигателя определить критическую температуру.*
- *По характеристике терморезистора определить его сопротивление при критической температуре, учитывая, если необходимо, сопротивление проводников кабеля.*
- *Выключить питание преобразователя.*
- *Подключить между клеммами 2.12 и 2.14 переменный резистор, предварительно установив его сопротивление равным сопротивлению терморезистора при критической температуре.*
- *Движок подстроечного резистора RV1 на базовой интерфейсной плате повернуть в крайнее положение против часовой стрелки (см. рис.5.11).*
- *Включить питание преобразователя.*
- *В меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ЗАЩИТ» установить параметр* ***Термозащита ВКЛ****.*
- *Медленно вращая движок RV1 по часовой стрелке, наблюдать за состоянием флага температурной защиты двигателя. При появлении мигающего символа* ***Q*** *в строке состояния пульта ручного управления зафиксировать движок RV1.*
- *Выключить питание преобразователя. Отключить переменный резистор, подключить кабель терморезистора защиты двигателя.*

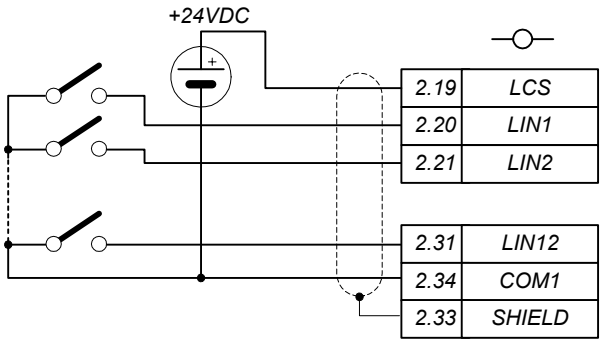
Внимание!

Вход терморезистора также может быть использован для температурной защиты других элементов электропривода (балластных резисторов, входных или выходных фильтров) или организации термостатирования электрооборудования шкафа.

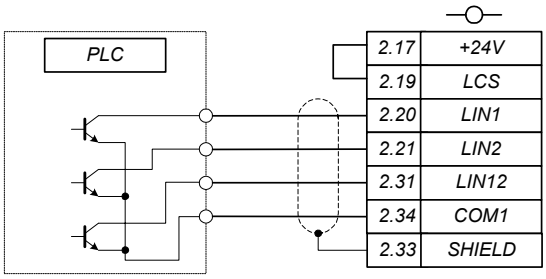
6.3. Использование логических входов.

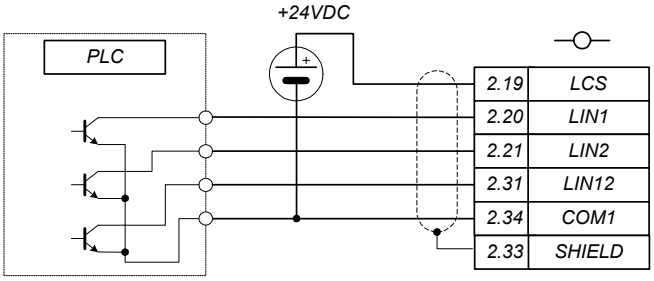
*Логические входы обеспечивают прием дискретных сигналов управления от устройств автоматики или программируемого контроллера. Сигналы формируются уровнем 24 В относительно общего потенциала (**COM1**) от встроенного (**24VI**) или внешнего источника питания, подаваемого на вход **LCS**. Входное сопротивление по каждому из входов – 20 кОм. Логической единице соответствует замыкание соответствующего входа с клеммой **COM1** внешним устройством (механическим или электронным ключом), логическому нулю – неподключенное состояние входа.*





В качестве коммутирующих устройств могут использоваться кнопки или переключатели пульта управления, релейные контакты или транзисторные выходы с открытым коллектором программируемого контроллера (PLC).





При использовании для формирования сигналов встроенного источника необходимо установить перемычку между клеммами «+24V» (2.17) и «LCS» (2.19). Внешний источник должен быть подключен «плюсом» к клемме «LCS», «минусом» - к клемме «COM1», при этом перемычка между клеммами «+24V» и «LCS» не устанавливается.

В таблице 6.2 приведено функциональное назначение входов в заводской настройке.

Таблица 6.2.

	Клемма	Назначение по умолчанию (заводская настройка)
LIN1	2.20	Сигнал «Снятие блокировки» (**BLC OFF**)
LIN2	2.21	Сигнал «Разрешение задания» (**ENABLE**)
LIN3	2.22	Сигнал «Сброс защит» (**ER RST**)
LIN4	2.23	Сигнал «Реверс задания» (**DIRECT**)
LIN5	2.24	Не используется
LIN6	2.25	Не используется
LIN7	2.26	Не используется
LIN8	2.27	Не используется
LIN9	2.28	Не используется
LIN10	2.29	Не используется
LIN11	2.30	Не используется
LIN12	2.31	Не используется
24VI	2.17, 2.32	Встроенный источник +24 В
LCS	2.19	Вход питания логических входов
COM1	2.18, 2.34	Общий логических входов

Назначение каждого из входов может быть переопределено пользователем путем выбора функций с помощью меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЛОГИЧЕСКИЕ ВХОДЫ» в соответствии с номером функции в таблице параметрирования.

Кроме функций, установленных по умолчанию, логическими входами могут управляться:

- *Флаги «Разрешение работы 1», «Разрешение работы 2»;*
- *Включение режима аварийного останова двигателя;*
- *Переключение набора параметров;*
- *Программируемые уровни задания – до 15 ступеней (уставки вводятся с помощью меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИФР. ПОТЕНЦИОМЕТР»);*
- *Программируемые ускорения в положительном и отрицательном направлении (уставки вводятся с помощью меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИФР.ПОТЕНЦИОМЕТР»).*
- *Блокировка технологического регулятора;*
- *Блокировка аналоговых входов VIN1, VIN2, CIN1, CIN2;*
- *Включение режима динамического торможения;*
- *Переключение питания АД в режим синхрокоммутации;*
- *Запуск циклограммы.*

6.4. Использование импульсных выходов.

Импульсные выходы (2 канала) предназначены для мониторинга переменных электропривода (задание, технологическая переменная, скорость двигателя, ток статора, активная мощность двигателя, частота напряжения статора, напряжение статора, напряжение Udc) с помощью

цифровых или стрелочных измерительных приборов. Выходные сигналы формируются в виде импульсов амплитудой 10 В относительно общего потенциала ***COM1****. Цепи имеют оптронную развязку от микропроцессорного ядра системы управления. Выходное сопротивление по каждому каналу – 1,5 кОм. Нагрузочная способность выходов – 8 мА. Для подключения используется клеммник X2 интерфейсной платы.*

Каждый из каналов параметрируется индивидуально и может работать в режиме широтно-импульсной модуляции (ШИМ) или частотной модуляции (ЧМ). Разрешающая способность 10 бит, частота обновления – 50 Гц.

В режиме ШИМ при неизменной частоте следования импульсов (1000 Гц) их скважность линейно изменяется от 0 до 100% при изменении текущего состояния выбранной переменной от минимального до максимального значения.

В режиме ЧМ частота следования импульсов линейно изменяется от 0 до 1000 Гц при неизменной скважности (50%).

Программирование выполняется с помощью меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ / ИМПУЛЬСНЫЕ ВЫХОДЫ». Параметры, содержащиеся в меню, позволяют задать режим работы выхода, выбрать из списка переменную и масштабный коэффициент для нее.

	Клемма	Режим / назначение по умолчанию (заводская настройка)
PO1	2.15	ШИМ / Задание по скорости
PO2	2.16	ШИМ / Скорость двигателя
COM1	2.18	Общий импульсных выходов

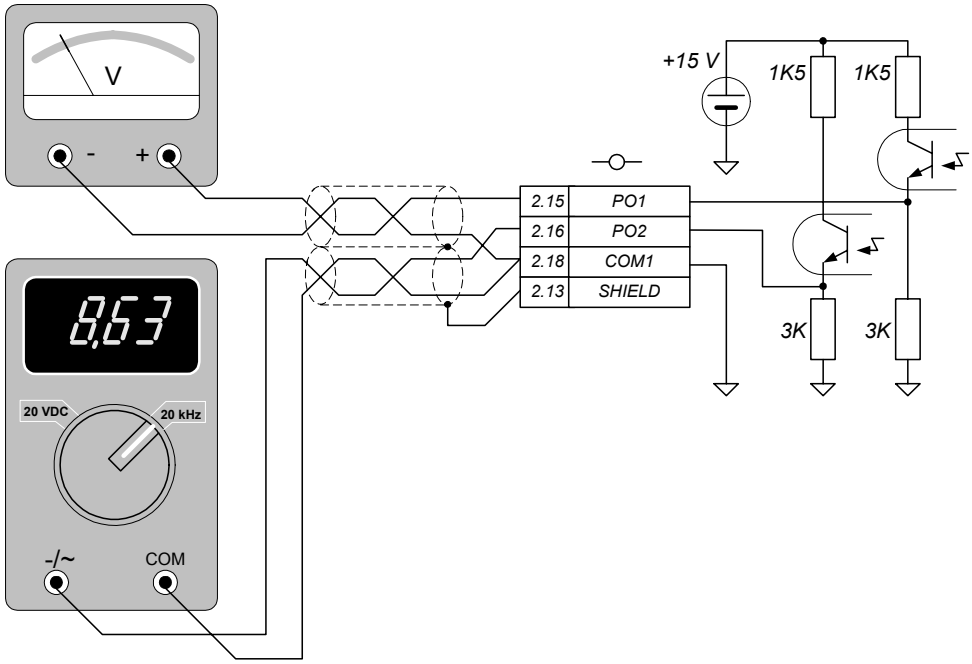


Рис. 6.4. Подключение импульсных выходов

6.5. Использование аналоговых выходов.

Аналоговые выходные сигналы, которые могут анализироваться с помощью контрольно-измерительного оборудования в процессе наладки и эксплуатации электропривода, выведены на разъем X10 базовой интерфейсной платы.

	Контакты разъема	**Функциональное назначение**
+5VD	10.1	Напряжение питания цифровой части системы управления
DGND	10.2	Цифровая земля системы управления
-5VA	10.3	Отрицательное напряжение питания аналоговой части системы управления
AGND	10.4, 10.6, 10.8, 10.10, 10.12, 10.14, 10.16	Аналоговая земля
+5VA	10.5	Положительное напряжение питания аналоговой части системы управления
Iv OUT	10.7	Сигнал, пропорциональный току выходной фазы V (мгновенное значение)
Iw OUT	10.9	Сигнал, пропорциональный току выходной фазы W (мгновенное значение)
UD OUT	10.11	Сигнал, пропорциональный напряжению звена постоянного тока (мгновенное значение)
DAC1	10.13	Выход ЦАП 1 (в заводской настройке – задание по скорости)
DAC2	10.15	Выход ЦАП 2 (в заводской настройке – скорость двигателя)

*Сигналы датчиковой системы привода, пропорциональные мгновенным значениям токов фаз двигателя **Iv OUT**, **Iw OUT** изменяются в диапазоне 0..±4 В. Сигнал, пропорциональный напряжению на конденсаторах фильтра инвертора **UD OUT** - в диапазоне 0..+4 В. Масштабные коэффициенты сигналов датчиковой системы приведены в таблице:*

	Номинальный выходной ток преобразователя, А						
Сигнал	5	10	16	25, 32	50, 63	100, 125	160, 180, 220, 250
I_V OUT, **I_W OUT**	2,4 А / В	6 А / В	12 А / В	20 А / В	40 А / В	80 А / В	200 А / В
UD OUT	250 В / В						

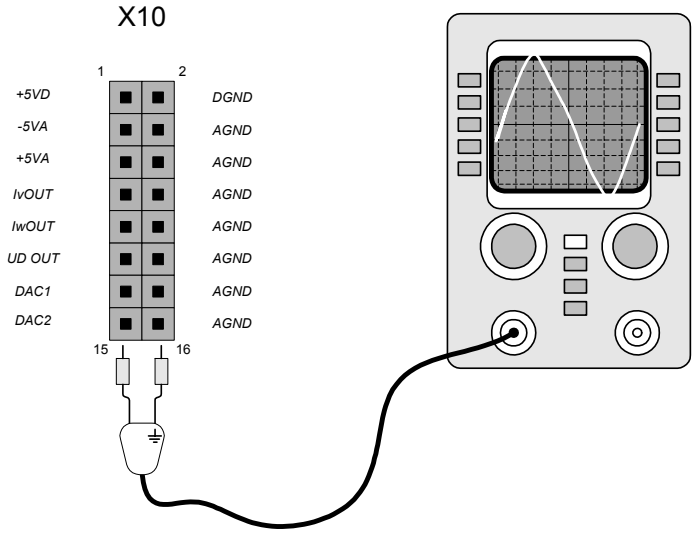


Рис.6.5. Подключение аналоговых выходов.

Сигналы DAC1, DAC2 – программируемые, являются выходами двух независимых каналов цифро-аналогового преобразователя. Для программирования используются параметры меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ / АНАЛОГОВЫЕ ВЫХОДЫ».

Диапазон изменения сигналов DAC1, DAC2 0..±4 В, частота обновления – 1 кГц, разрешающая способность – 8 бит. Для удобства подключения измерительной или регистрирующей аппаратуры предусмотрены следующие опции настройки:

- *выбор из списка переменной для вывода (**DAC1**, **DAC2**);*
- *установка требуемого коэффициента масштабирования (**Kdac1**, **Kdac2**);*
- *установка требуемого смещения выходного сигнала (**↑0↓dac1**, **↑0↓dac2**).*

6.6. Подключение транзисторных выходов.

Транзисторные выходы (4 канала) предназначены для вывода дискретных сигналов управления внешними устройствами автоматики и мониторинга флагов состояния электропривода. Для подключения используется клеммник X2 базовой интерфейсной платы. Выходы имеют гальваническую развязку от микропроцессорного ядра системы управления, изолированы от входных цепей и релейных выходов. Сигналы формируются открытыми коллекторными выходами, эмиттеры объединены и подключены к клемме ***TOCOM*** *(X2.35). Нагрузочная способность по каждому выходу 100 mA, 100 VDC.*

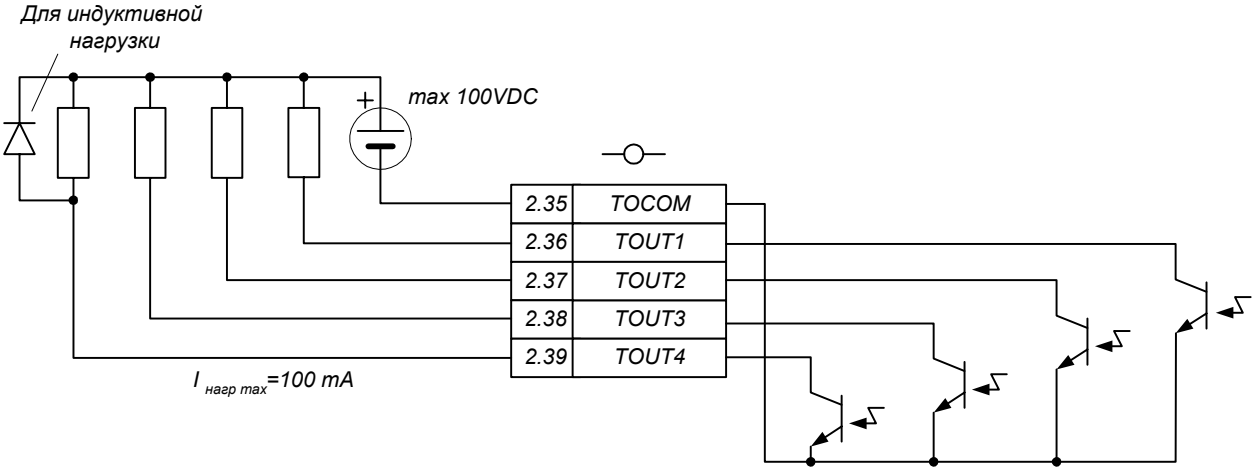


Рис.6.6. Подключение транзисторных выходов.

	Клемма	Назначение по умолчанию (заводская настройка)
TOUT1	2.36	Флаг «Прог. функция 1»
TOUT2	2.37	Флаг «Прог. функция 2»
TOUT3	2.38	Флаг «Авария»
TOUT4	2.39	Флаг «Работа»
TOCOM	2.35	Общий транзисторных выходов

Функциональное назначение каждого из транзисторных выходов может быть переопределено пользователем путем выбора его активного состояния (включен / выключен) и номера функции с помощью меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ / ТРАНЗИСТОРНЫЕ ВЫХОДЫ».

Кроме дискретных флагов, транзисторными выходами можно управлять с помощью программируемых функций (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ / ПАРАМЕТРЫ ФУНКЦИЙ»), связанных с текущим состоянием различных переменных электропривода. Можно ввести до 4 различных функций. Для каждой из функций задается:

- *Контролируемая переменная;*
- *Пороговое значение контролируемой переменной;*
- *Гистерезис для изменения состояния выхода;*
- *Временная выдержка для изменения состояния выхода.*

6.7. Подключение релейных выходов

*Релейные выходы (2 канала) предназначены для управления внешними устройствами автоматики и мониторинга флагов состояния электропривода. Для подключения используется клеммник **X3** интерфейсной платы.*

Сигналы формируются «сухими» контактами реле. Напряжение изоляции между катушкой и контактами 1500 VAC.

Для защиты контактов при работе на индуктивную нагрузку рекомендуется использовать защитные диоды (для постоянного тока) или варисторы (для переменного тока).

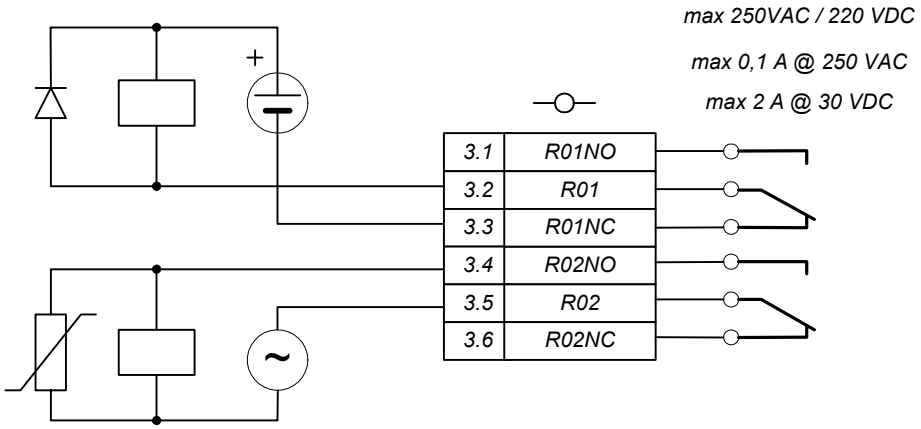


Рис 6.7. Подключение релейных выходов

	Клемма	Назначение по умолчанию (заводская настройка)
RO1NO	3.1	Флаг состояния «Готовность 1» (**READY1**)
RO1	3.2	
RO1NC	3.3	
RO2NO	3.4	Флаг состояния «Готовность 2» (**READY2**)
RO2	3.5	
RO2NC	3.6	

Функциональное назначение каждого из релейных выходов может быть переопределено пользователем путем выбора его функции с помощью меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ / РЕЛЕЙНЫЕ ВЫХОДЫ» в соответствии с таблицей параметрирования.

Кроме дискретных флагов, релейными выходами можно управлять с помощью программируемых функций (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ / ПАРАМЕТРЫ ФУНКЦИЙ»), связанных с текущим состоянием различных переменных электропривода. Можно ввести до 4 различных функций. Для каждой из функций задается:

- *Контролируемая переменная;*
- *Пороговое значение контролируемой переменной;*
- *Гистерезис для изменения состояния выхода;*
- *Временная выдержка для изменения состояния выхода.*

6.8. Подключение шины CAN

*Порт CAN предназначен для подключения к физической линии, выполненной в стандарте Controller Area Network. Поддержка протокола **CANopen** является основным средством обмена управляющей и статусной информацией между электроприводом и управляющим контроллером, обеспечивает доступ ко всем переменным и флагам состояния. Скорость приема / передачи данных до 1 Мбод.*

*Для подключения преобразователя к шине CAN в соответствии с директивой CANopen (CiA DR-303-1) предусмотрен соединитель общего назначения - разъем серии RJ-45 (**X5**). Кроме того предусмотрен соединитель промышленного типа – клеммник **X4**, который может также использоваться для подключения устройств DeviceNet. Рекомендуется использование кабеля с витой экранированной парой. На концах линии подключаются нагрузочные резисторы 120 Ом. В случае если преобразователь является конечным устройством в линии, нагрузочный резистор удобно подключать непосредственно на плате интерфейсного модуля, установив перемычку в позиции J3.*

Подключение преобразователя к шине CAN показано на рис. 6.8. Выбор типа кабеля, его сечения, длины линии и скорости передачи делается в соответствии с директивой CiA DR-303-1 раздел 5.1. Настройка порта выполняется с помощью меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / FIELDBUS / ПАРАМЕТРЫ CAN».

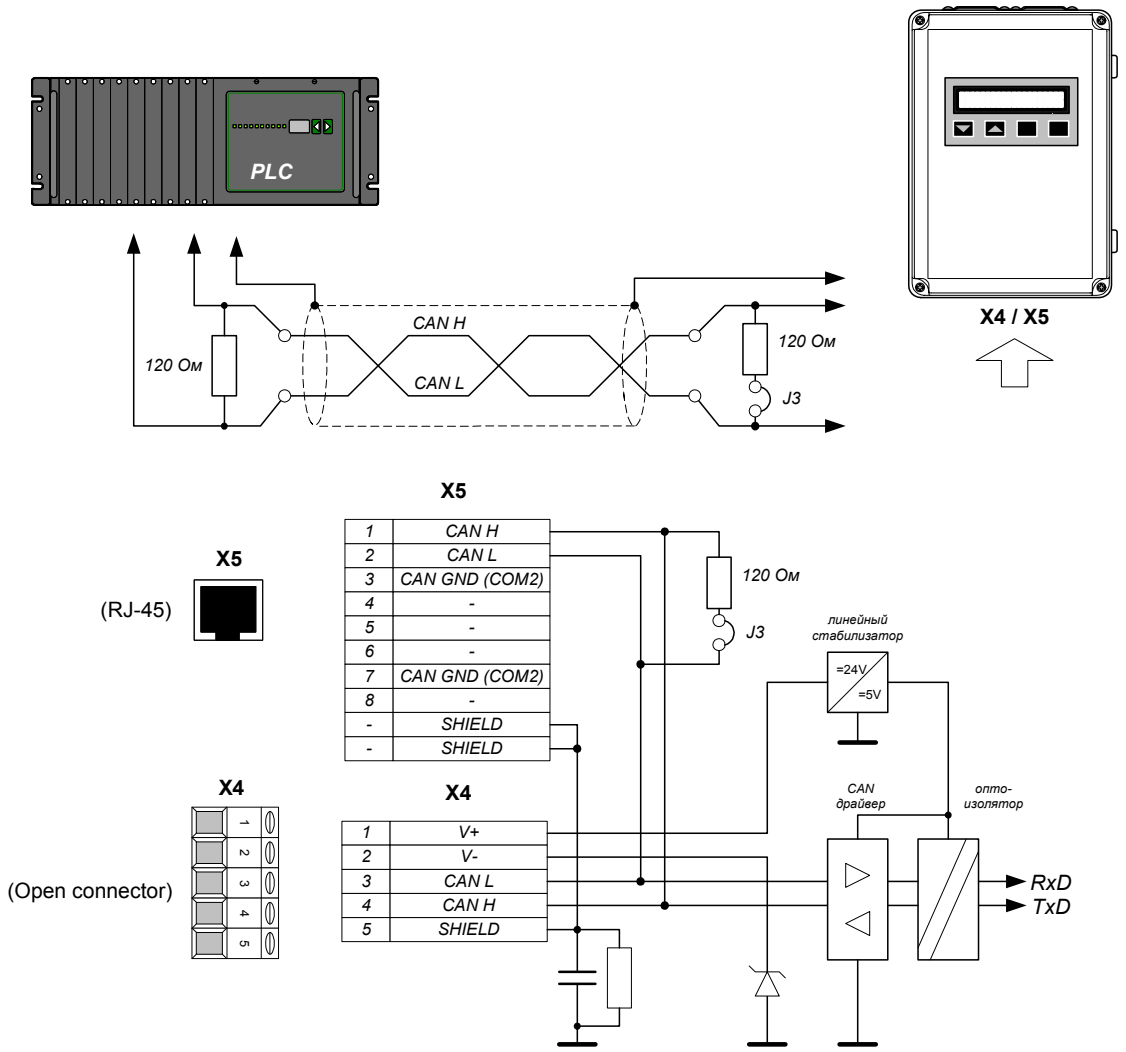


Рис.6.8. Подключение к шине CAN.

6.9. Подключение коммуникационных портов RS-232, RS-485.

*Коммуникационный порт RS-232 / RS-485 может использоваться для подключения инструментальной ЭВМ при загрузке и модификации программного обеспечения, а также для полнообъемного обмена управляющей и статусной информацией между электроприводом и PC или программируемым контроллером (PLC). Поддерживается протокол **MODBUS**, обеспечивается доступ ко всем переменным и флагам состояния электропривода. Скорость обмена данными 300 - 62500 бод.*

Для подключения предусмотрен разъем X6 платы интерфейсного модуля. Выбор режима работы порта определяется уровнем сигнала на выводе 9 разъема X6. Замыкание выводов 9 и 5 («логический нуль») переключает трансивер в режим RS-232, неподключенный вывод 9 («логическая единица») соответствует режиму RS-485.

Распайка кабеля для подключения порта RS-232 показана на рис. 6.9. Максимальная длина кабеля 15 м при скорости обмена 20 кБод.

Подключение преобразователя к линии RS-485 показано на рис. 6.10.

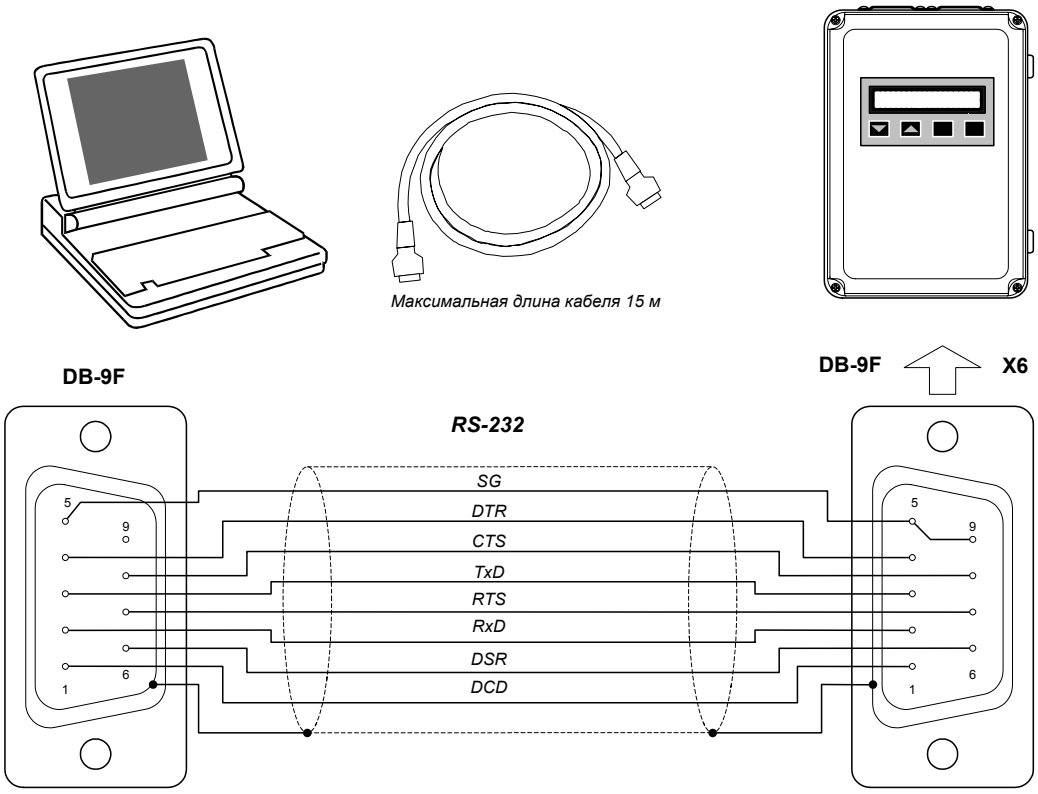
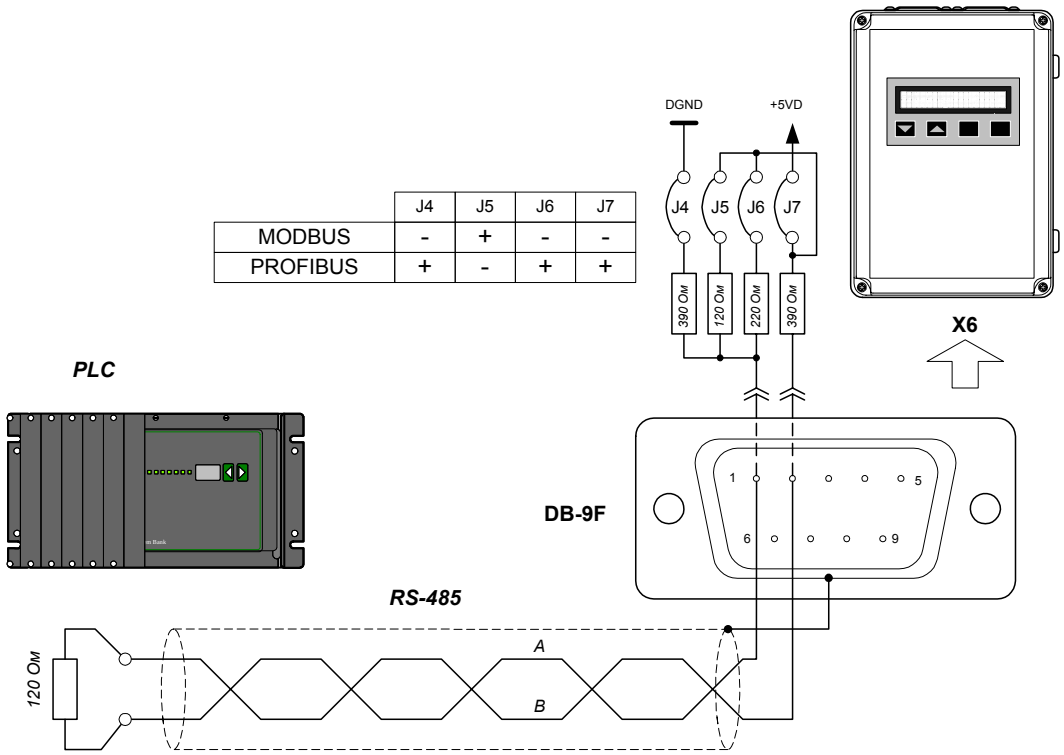


Рис. 6.9. Подключение порта RS-232

Настройка протокола выполняется с помощью параметров меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / FIELDBUS / ПАРАМЕТРЫ MODBUS».



	J4	J5	J6	J7
MODBUS	-	+	-	-
PROFIBUS	+	-	+	+

Рис. 6.10. Подключение к шине RS-485.

Рекомендуется использование кабеля с витой экранированной парой.

При использовании протокола MODBUS на концах линии устанавливаются терминальные резисторы 120 Ом. Если преобразователь является оконечным устройством в линии, терминальные резисторы включаются установкой перемычки J5 на базовой интерфейсной плате.

7. Первое включение и рекомендации по настройке системы управления.

7.1. Проверка перед включением.

Перед первым включением необходимо провести тщательную проверку по следующим пунктам:

- *совпадают ли выполненные внешние подключения со схемой на рис. 5.3. Особое внимание обратить на подключение клемм силового питания и управляющих сигналов;*
- *исключены ли короткие замыкания;*
- *заземлён ли преобразователь в соответствии с указаниями;*
- *правильно ли присоединены и надежно ли зафиксированы кабели в клеммнике.*

7.2. Первое включение.

При первом пуске преобразователь должен быть по возможности подключен к ненагруженному двигателю.

Рекомендуется выполнять первое включение в следующей последовательности:

- *Снять сигналы разрешения работы BLC OFF и ENBL;*
- *Потенциометр ручного задания скорости RV установить в положение, соответствующее нулевому заданию;*
- *Убедиться в свободном вращении вала двигателя;*
- *Включением автоматического выключателя QF1 подать питание.*

Через несколько секунд на индикаторе пульта управления в позиции флага защиты от понижения напряжения строки состояния будет отображаться символ работы узла предзаряда емкости ↑, после завершения заряда автоматически срабатывает реле (контактор), подключается силовое питание, появляются сигналы готовности Ready1, Ready2.

- *С помощью пульта управления проверить напряжение **Udc**. Отклонения не должны превышать +10% / -15% от номинального значения.*
- *Ввести правильный код пароля доступа к режиму редактирования («ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / **Пароль**»).*
- *Выполнить сброс пользовательских настроек («ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / **Сброс настроек**»).*
- *Войти в меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ» и ввести паспортные данные подключенного двигателя: **Is ном**, **Nr ном**, **Us ном**, **Fs ном**, **Fs max**, **Zp**.*
- *Если номинальная скорость подключенного двигателя отличается от значения параметра **Nr ном**, установленного по умолчанию, выполнить настройку аналогового входа VIN1 (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / АНАЛОГОВЫЕ ВХОДЫ / ВХОД VIN1»).*
- *Установить параметры подключенного балластного резистора («ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / БАЛЛАСТНЫЙ РЕЗИСТОР»).*
- *Установить время разгона и время торможения не менее 5 с («НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ЗАДАТЧИК ИНТЕНСИВ.»).*
- *Запустить процедуру автоматического определения параметров двигателя («СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ / **Автонастройка** ВКЛ»). Подать сигнал «Снятие блокировки» (BLC OFF).*
- *Во время процедуры автонастройки наблюдать за изменением значений фазных токов двигателя, подключив к разъёму X10 интерфейсной платы осциллограф.*

Для обеспечения максимальной точности настройки двигатель, по возможности, должен быть ненагружен.

В процессе автонастройки ток не должен превышать номинального значения более чем на 10%. В противном случае необходимо завершить процедуру автонастройки снятием сигнала ENBL1 и проверить правильность ввода паспортных данных двигателя.

*По окончании процедуры автонастройки – не более 20 с (её завершение отображается переходом поля параметра в строке **Автонастройка** из состояния ВКЛ в состояние ВЫКЛ) в меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ» просмотреть автоматически определённые параметры двигателя. Если имеются параметры, рассчитанные ранее по каталожным данным двигателя (см. Приложение 1) или определенные по ГОСТ7217-87, сравнить их с полученными. Разница не должна превышать 50%.*

- *Перейти в меню «МОНИТОР», отобразить строку **Nr**.*
- *Подать сигналы BLC OFF и ENBL.*
- *Вращением потенциометра RV задать требуемый уровень скорости в пределах 30% от номинальной.*

При этом обращать особое внимание на следующее:

- *привод не должен производить необычных шумов и вибраций;*
- *величина тока на холостом ходу не должна превышать номинального значения;*
- *изменение задания должно вызывать изменение скорости вращения двигателя;*
- *остановить двигатель снятием сигнала ENBL.*

Если во время разгона или торможения срабатывает какая либо из защит, проверить следующее:

- *нагрузку двигателя (проверить свободное вращение его вала);*
- *достаточно ли время разгона и торможения, установленные задатчиком интенсивности (в случае необходимости увеличить);*

В случае успешного пуска проверить следующее:

- *двигатель изменяет направление вращения при инверсии сигнала Direct и/или при изменении полярности задающего напряжения;*
- *уровень развиваемой двигателем скорости соответствует заданному во всем диапазоне регулирования от $N_r = 0$ до $N_r = N_{r\ ном}$;*
- *двигатель развивает момент во всем диапазоне регулирования скорости;*
- *время разгона и торможения двигателя соответствует заданному;*
- *величина тока статора двигателя на холостом ходу соответствует расчетному значению и не превышает номинального во всем диапазоне регулирования скорости.*

Возможные неисправности и способы их устранения рассмотрены в Приложении 2.

Для получения желаемых характеристик электропривода следует выполнить настройку регуляторов системы на параметры объекта управления путем точной установки параметров подключенного двигателя (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ») и корректной настройке регуляторов (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ТЕХ. РЕГУЛЯТОР, ЗАДАТЧИК ИНТЕНСИВН, ФОРМИРОВАТЕЛЬ Fs, ФОРМИРОВАТЕЛЬ Us, СТАТИЧЕСКИЙ ЗАКОН, РЕГУЛЯТОР НАМАГНИЧ, ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА, СТАБИЛИЗАЦИЯ»).

7.3. Настройка внутренних контуров регулирования.

Параметры внутренних контуров регулирования, установленные по умолчанию, не всегда оптимальны и могут быть скорректированы для конкретных условий применения электропривода.

Для получения оптимальных по динамике результатов параметры рекомендуется устанавливать исходя из следующих соотношений:

- постоянная времени регулятора намагничивания $T_{рн} = [1 \ldots 3]\, T_r$,

(по умолчанию установлено значение $T_{рн} \cong 2\, T_r$ *для типового двигателя);*

- коэффициент пропорциональной части регулятора намагничивания $K_{рн} = [0 \ldots 2]$,

(по умолчанию установлено значение 0.3);

- постоянная времени фильтра формирователя частоты $T_{фильтра} = [1 \ldots 3]\, T_r$,

(по умолчанию установлено значение $T_{фильтра} \cong 2\, T_r$ *);*

- постоянная времени контура динамической стабилизации $T_{ст} = [4 \ldots 10]\, T_s$,

(по умолчанию установлено значение $T_{ст} \cong 5\, T_s$ *);*

- коэффициент стабилизации $K_{ст} = [1 \ldots 3]\, R_s$,

(по умолчанию установлено значение $K_{ст} = R_s$ *);*

- постоянная времени токовой отсечки $T_{то} = [1 \ldots 3]\, T_s$,

(по умолчанию установлено значение $T_{то} \cong 3\, T_s$ *),*

где $T_s = \delta L_s / R_s$ *- постоянная времени статорной цепи,*

$T_r = L_m / R_r$ *- постоянная времени роторной цепи,*

L_m *– индуктивность намагничивания,*

δL_s *– индуктивность рассеяния,*

R_s *– активное сопротивление статора.*

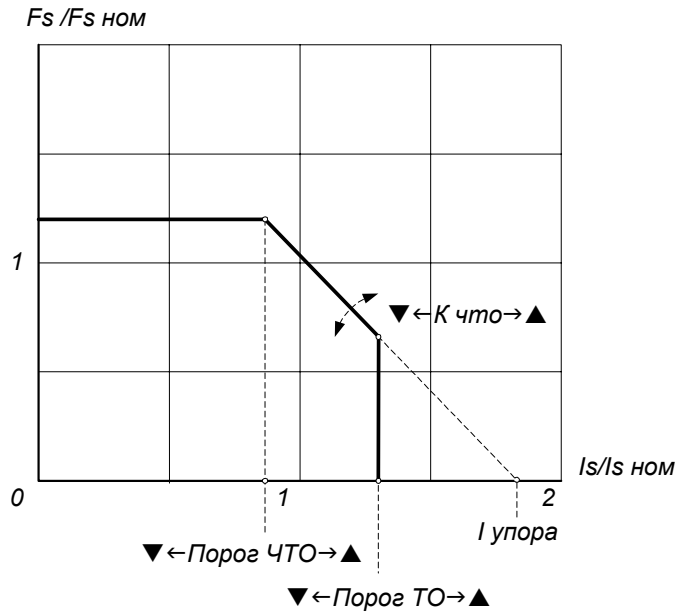
Необходимо контролировать, чтобы все постоянные времени превышали значение $[3 \ldots 5]\, T_{су}$ *, где* $T_{су} \cong 0.0005\, c$ *.*

Уменьшение постоянных времени регуляторов относительно рекомендованных диапазонов значений может приводить к неустойчивой работе электропривода, а их завышение – к снижению его быстродействия.

Основным параметром, определяющим динамические характеристики электропривода является постоянная времени задатчика интенсивности. Имеется возможность использовать по два участка задатчика раздельно для настройки интенсивности разгона и торможения (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ЗАДАТЧИК ИНТЕНСИВН / ***Tp1****,* ***Tp2****,* ***Tm1****,* ***Tm2****,* ***Nr1/2****»). Настройка этих параметров выполняется в зависимости от характера нагрузки из условия ограничения тока при пуске и торможении двигателя в допустимых пределах (*$[1.3 \ldots 1.5]\, I_{s\,ном}$*). Точку перехода с первой ступени на вторую (****Nr1/2****) целесообразно устанавливать на уровне перехода во вторую зону регулирования скорости (с постоянной мощностью).*

7.4. Использование частотного токоограничения и токовой отсечки.

Использование частотного токоограничения и токовой отсечки позволяют пользователю формировать желаемый вид электромеханической характеристики электропривода в области действия больших моментов нагрузки. Это наиболее полезно для электроприводов механизмов, часто работающих «на упор».



*Характеристика формируется с помощью установки параметров **Порог ЧТО**, **К что**, **Т что** (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ФОРМИРОВАТЕЛЬ Fs»), **Порог ТО**, **Т то** (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ФОРМИРОВАТЕЛЬ Us / ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА»).*

Текущее значение снижения выходной частоты в диапазоне действия нагрузок от уровня «Порог ЧТО» до «Порог ТО» определяется по формуле:

$$\left|F_{s\,что}\right| = \frac{I_s - I_{что}}{I_{что}} \cdot F_{s\,ном} \cdot K_{что}\,.$$

При $K_{что} = 1$ *крутизна наклона характеристики* $S_{что} = -F_{s\,ном} / I_{что}$.

Изменение знака $F_{s\,что}$ *в зависимости от режима работы электропривода обеспечивает частотное токоограничение во всех четырех квадрантах механической характеристики.*

Параметр $T_{что}$ *служит для стабилизации работы электропривода в режиме частотного токоограничения.*

Токовая отсечка реализует второй уровень ограничения тока статора, действующий независимо от частоты (вертикальный участок электромеханической характеристики). При выборе постоянной времени корректирующего фильтра блока токовой отсечки следует соблюдать соотношение:

$$T_{то} = [1 \ldots 3]\,T_s\,,$$

это позволит исключить резкие скачки напряжения при работе электропривода на границе режима отсечки.

7.5. Использование динамической стабилизации.

При питании асинхронного двигателя от преобразователя частоты могут возникать автоколебания на резонансных частотах. Эти частоты различны для конкретных двигателей и механизмов и могут находиться в пределах рабочего диапазона электропривода. Неустойчивость проявляется в виде механических вибраций, колебаний амплитуды и искажении формы тока двигателя (см рис.7.1.).

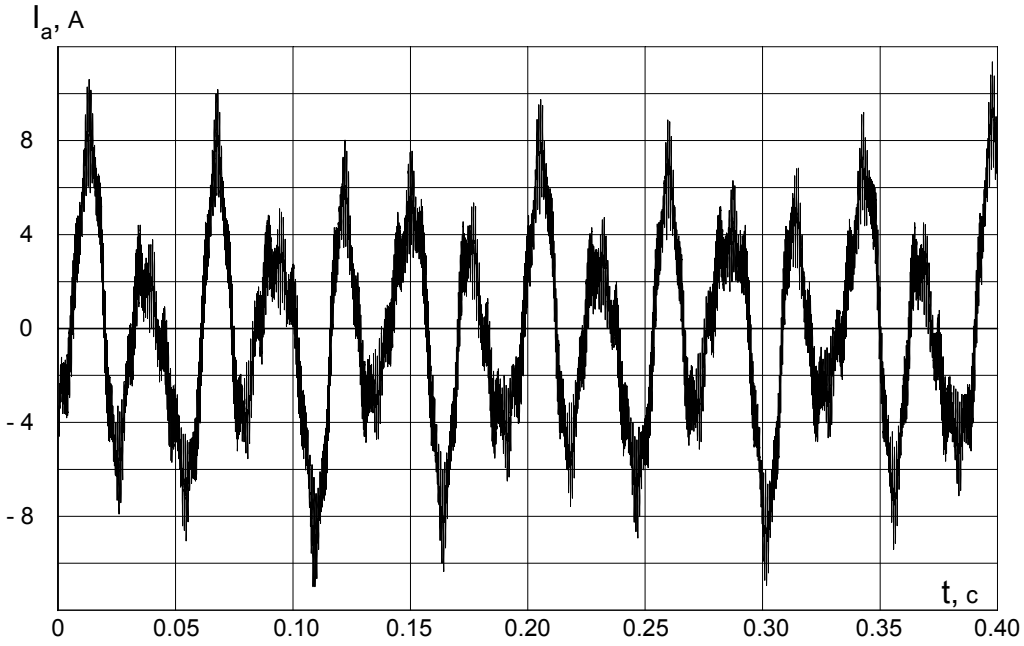


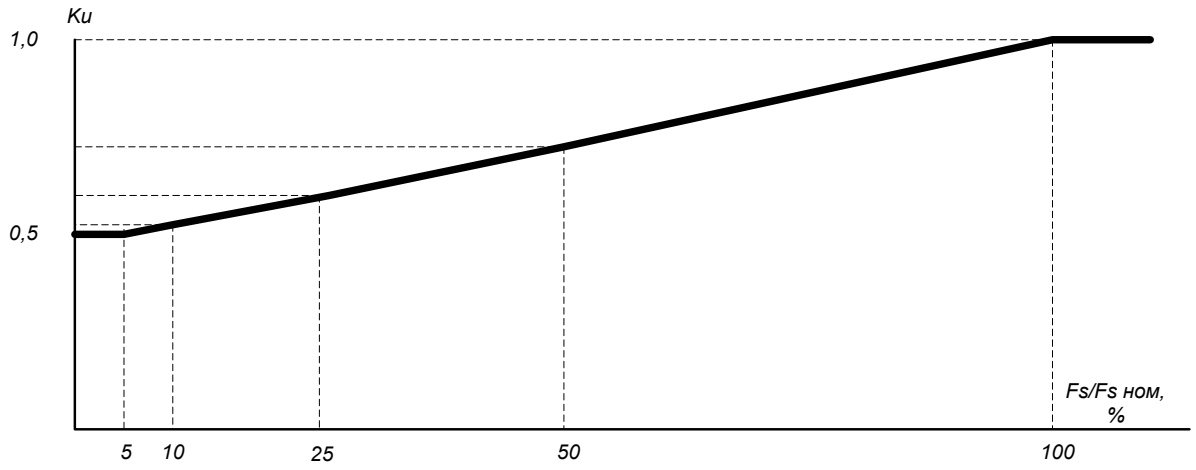
Рис.7.1. Форма тока статора АД при неустойчивой работе.

Использование функции быстродействующей стабилизации позволяет устранить явление путем введения гибкой отрицательной обратной связи по току в канал формирования напряжения статора двигателя. Желаемое демпфирующее воздействие достигается настройкой параметров ***K ст*** *и* ***T ст*** *в меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ФОРМИРОВАТЕЛЬ Us / СТАБИЛИЗАЦИЯ». Как правило, оптимальное значение* ***K ст*** *находится в пределах* ***(1…3) Rs****. Постоянная времени* ***T ст*** *должна находиться в пределах* ***(4…10) Ts****.*

Следует помнить, что функция динамической стабилизации должна использоваться только при явном проявлении неустойчивости, в противном случае ее рекомендуется отключить, установив K ст равным 0. Необоснованное использование данной функции или неправильная настройка параметров может привести к искажению формы тока и ухудшению статических характеристик электропривода.

7.6. Работа с механизмами насосно-вентиляторной группы.

Для механизмов с квадратичной зависимостью момента от скорости иногда целесообразно произвести оптимизацию статического закона частотного управления. Для этого необходимо в пяти точках частотного диапазона установить коэффициент использования напряжения статора, соответствующий нагрузочной характеристике объекта (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ФОРМИРОВАТЕЛЬ Us / СТАТИЧЕСКИЙ ЗАКОН / ***Ku (5%Fs ном)__, Ku (10%Fs ном)__, Ku (25%Fs ном)__, Ku (50%Fs ном)__, Ku (100%Fs ном)__****»). В заводской настройке для всех частот установлено Ku = 100%, что соответствует линейной зависимости U/F = const.*



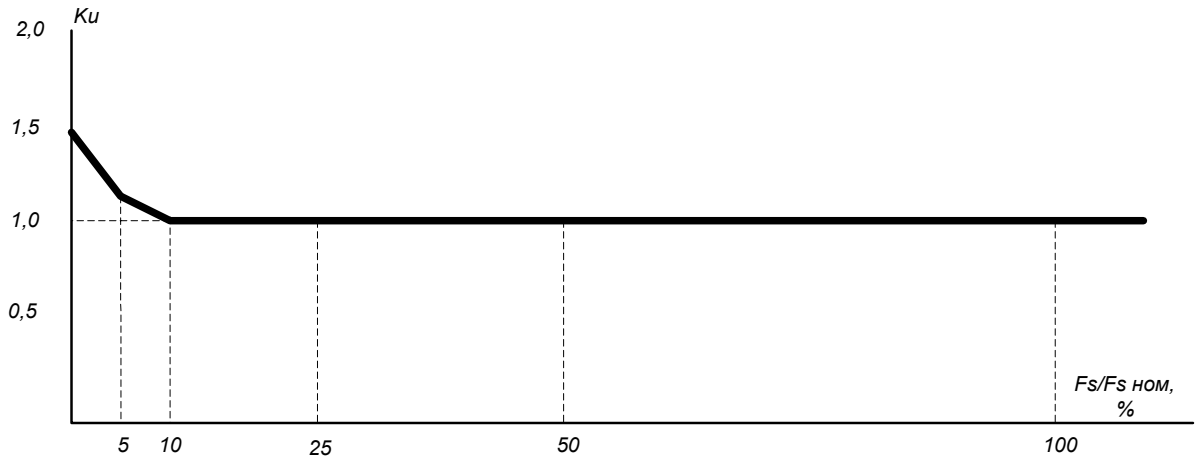
При настройке рекомендуется устанавливать коэффициент использования напряжения на низких частотах не менее 50%, а с ростом частоты он должен повышаться до 100% на номинальной частоте.

Такой способ оптимизации закона управления в ряде случаев позволяет снизить энергопотребление, уменьшить нагрев и потери в двигателе, снизить шум и вибрации при работе механизма. Однако такой режим работы допустим не на всех объектах, и требует предварительной проверки.

Следует помнить, что вентиляторный тип характеристики нагрузки, как правило, не допускает работы двигателя во второй зоне регулирования скорости (на частотах выше номинальной), поэтому в параметрах двигателя ***Fs ном*** *и* ***Fs max*** *(меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ») следует установить одинаковые значения, равные номинальной частоте напряжения питания двигателя. Кроме того, большинство насосов требуют ограничения минимальной скорости из-за резкого снижения к.п.д. насоса на низких частотах и возможного появления «помпажа», поэтому необходимо правильно установить параметры элемента ограничения на выходе технологического регулятора (↑****TP max****, ↓****TP max****) в меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ТЕХ. РЕГУЛЯТОР».*

7.7. Создание повышенного пускового момента.

При использовании электропривода в подъемно-транспортных механизмах часто требуется создать повышенный момент при пуске. Для этого рекомендуется увеличить коэффициент использования напряжения на низких частотах.



*Величину **Ku** следует выбирать минимально необходимой для обеспечения уверенного пуска двигателя под нагрузкой.*

Следует помнить, что необоснованное повышение Ku при частотах, где в этом нет необходимости, ведет к росту потерь, дополнительному нагреву и повышению шума при работе двигателя.

7.8. Работа с высокочастотными двигателями.

*При использовании высокочастотного двигателя в первую очередь необходимо правильно ввести его основные паспортные данные **Is ном**, **Nr ном**, **Us ном**, **Fs ном**, **Fs max**, **Zp** (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ») для того, чтобы при проведении автонастройки и дальнейшей работе электропривода были согласованы нормированный управляющий сигнал, выходная частота преобразователя и номинальная частота двигателя. Поскольку, как правило, для высокочастотных двигателей не используют вторую зону регулирования скорости, значения параметров **Fs ном** и **Fs max** устанавливают равными и соответствующими номинальной частоте напряжения питания двигателя.*

Особое внимание следует обратить на проверку минимально допустимого времени рабочего цикла «разгон – торможение», так как энергия, рассеиваемая при торможении, возрастает в квадратичной зависимости от скорости. При необходимости быстрых торможений с высоких скоростей может потребоваться использование более мощного балластного резистора или рекуперативного блока (см. пп.5.2.4.,5.2.5.).

7.9. Настройка технологического регулятора.

Технологический регулятор выполняет функцию автоматического регулирования технологической переменной, воздействуя на нее посредством изменения скорости двигателя. Фактическое значение регулируемой переменной измеряется внешним датчиком (давления, расхода жидкости или газа, температуры и т. д.). Сигнал обратной связи сравнивается с сигналом задания, формируемым на одном или нескольких аналоговых и/или логических входах, и поступает на вход регулятора. На выходе регулятора формируется задание по скорости двигателя, поступающее во внутренние контуры регулирования электропривода.

*Настройка входов для ввода сигналов задания и обратной связи выполняется с помощью меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ» и «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ» (см. п. 9). Включение и выключение тех. регулятора выполняется параметром **ТехРегулятор** в меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ТЕХ. РЕГУЛЯТОР». При выключении тех. регулятора сигнал задания подается непосредственно в контур регулирования скорости двигателя.*

*Характер изменения технологической переменной в процессе регулирования определяется выбранной структурой и настройкой параметров тех. регулятора (см. меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ТЕХ. РЕГУЛЯТОР»). Регулятор имеет три составляющих: пропорциональную – **Кп тр**, интегральную – **Ки тр** и дифференциальную – **Кд тр**, их назначение представлено в табл.7.2. На выходе регулятора предусмотрен нелинейный элемент ограничения.*

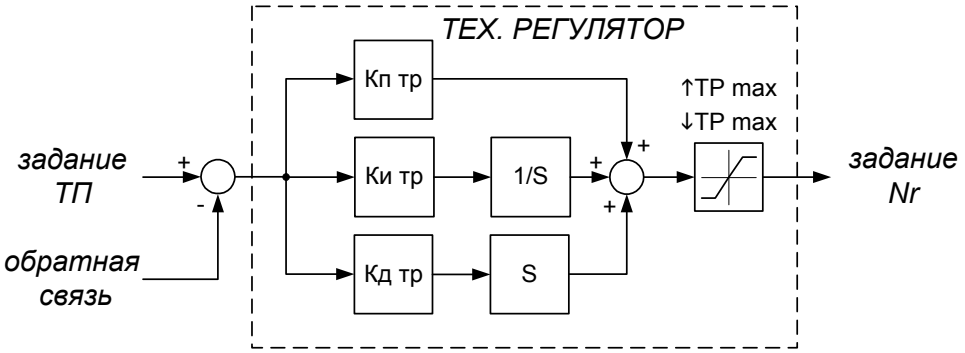


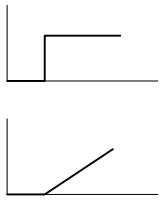
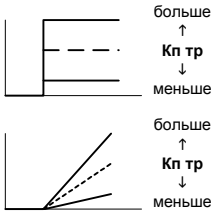
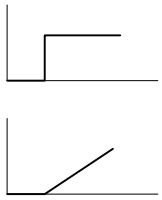
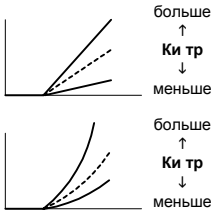
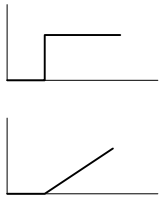
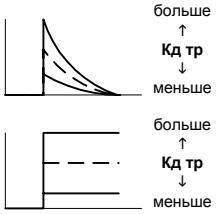
Рис.7.2. Структура технологического регулятора.

*Ограничения выходного сигнала регулятора (параметры **↑TP max**, **↓TP max**) используются при необходимости установки пределов изменения задания по скорости двигателя.*

Например, при регулировании давления с помощью центробежного насоса верхний предел задается на уровне номинальной частоты вращения насоса, т.к. вследствие квадратичной характеристики момента при более высоких скоростях происходит перегрузка двигателя. Нижний предел, как правило, устанавливают на уровне не ниже 1/3 номинальной частоты вращения для предотвращения явления помпажа.

*Значения параметров **↑TP max**, **↓TP max** могут иметь разные знаки, если в процессе регулирования требуется изменение направления скорости двигателя.*

Таблица 7.1.

Составляющая	***Назначение***	***Сигнал задания***	***Реакция регулятора***
Кп	*Устанавливает пропорциональную зависимость регулируемой переменной от величины рассогласования между сигналами задания и обратной связи*		
Ки	*Устанавливает время реакции на изменение сигналов задания и обратной связи, компенсирует статическую погрешность регулирования*		
Кд	*Корректирует характер изменения регулируемой переменной путем дифференцирования ее отклонения*		

Настройка составляющих тех. регулятора выполняется на основании оценки поведения регулируемой переменной в различных ситуациях:

Признаки	***Рекомендации***
Медленная реакция на изменение задания или фактической величины регулируемой переменной	*Увеличить значение параметра **Кп тр***
Быстрая реакция на изменение задания, но нестабильность регулируемой переменной	*Уменьшить значение параметра **Кп тр***
Долгое время выхода регулируемой переменной на установившееся значение.	*Увеличить значение параметра **Ки тр***
Нестабильность и колебания регулируемой переменной	*Уменьшить значение параметра **Ки тр***
*Дрейф регулируемой переменной около установившегося значения при медленных изменениях задания или нагрузки при достаточно большом значении **Ки***	*Увеличить значение параметра **Кп тр***
*Медленная реакция на изменение регулируемой переменной независимо от увеличения **Кп,*** *Большое перерегулирование при изменении задания*	*Увеличить значение параметра **Кд тр***
*Нестабильность и колебания регулируемой переменной независимо от уменьшения **Кп***	*Уменьшить значение параметра **Кд тр***

В табл. 7.2. приведены примеры реакции на ступенчатое изменение задающего сигнала при различных настройках технологического регулятора.

Таблица 7.2.

Настройки	***Вид реакции на ступенчатое изменение задающего сигнала***
Кп тр *= оптимум* ***Ки тр*** *= оптимум*	
Кп тр *<< оптимум* ***Ки тр*** *= 0*	
Кп тр *>> оптимум* ***Ки тр*** *= оптимум*	
Кп тр *= оптимум* ***Ки тр*** *>> оптимум*	
Кп тр *<< оптимум* ***Ки тр*** *>> оптимум*	

7.10. Рекомендации по параллельному включению нескольких двигателей.

Преобразователи частоты исполнения 1 обеспечивают регулирование скорости нескольких асинхронных двигателей, подключенных параллельно. Следует, однако, учитывать ряд ограничений и особенностей настройки системы управления при использовании такого подключения.

• Суммарная мощность (ток) подключенных к преобразователю двигателей не должна превышать его номинальной выходной мощности (тока).

*• Допускается использовать только двигатели с одинаковым номинальным напряжением и одинаковой номинальной частотой. При этом возможно подключение двигателей с обмотками Δ 220 В / Y 380 В, соединенными в «звезду», и двигателей с обмотками Δ 380 В / Y 660 В, соединенными в «треугольник». При использовании двигателей с номинальным напряжением и частотой, отличными от установленных по умолчанию, соответствующие параметры должны быть установлен в строках **Us ном, Fs ном, Fs мах** (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ»). Следует помнить, что напряжение на выходе преобразователя частоты не может превышать уровень напряжения питающей сети на его входе (за исключением случаев подключения ПЧ через рекуперативный блок).*

*• Частота вращения каждого из двигателей будет определяться числом пар полюсов и частотой напряжения на выходе преобразователя. При необходимости получения различных скоростей рабочих механизмов можно использовать двигатели с разным числом пар полюсов и различные коэффициенты редукции механических передач. **Использование двигателей с различной номинальной частотой недопустимо!***

*• Выходной ток преобразователя частоты распределяется между параллельно включенными двигателями в соответствии с нагрузкой и внутренними параметрами каждого из них. Поэтому не существует возможности раздельного регулирования внутренних переменных двигателей и должны быть выключены соответствующие элементы системы управления: функция компенсации скольжения (**Компенсация S ВЫКЛ** в меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ФОРМИРОВАТЕЛЬ Fs»), регулятор намагничивания (**РегНамагнич ВЫКЛ** в меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ФОРМИРОВАТЕЛЬ Us»).*

• Программная время-токовая защита двигателей не может работать корректно. Индивидуальная защита двигателей от перегрузки должна выполняться отдельными термореле.

*• При отсутствии механической связи валов двигателей через рабочий орган невозможна корректная работа функций частотного токоограничения и токовой отсечки. Параметры **Порог ЧТО** (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ФОРМИРОВАТЕЛЬ Fs») и **Порог ТО** (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ФОРМИРОВАТЕЛЬ Us / ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА»).*

• При планировании работы преобразователя частоты в режиме автоматического регулирования технологической переменной необходимо убедиться, что к.п.д. объекта управления при действии параллельно нескольких рабочих механизмов (например, насосов) не ниже, чем при действии одного более мощного. В противном случае параллельное включение двигателей не оправдано.

7.11. Использование режима энергосбережения.

В ряде случаев при эксплуатации электроприводов исполнения 1 можно получить дополнительную экономию электрической энергии за счет оптимизации статических режимов работы при изменении нагрузки. Энергосбережение достигается посредством формирования соотношения между активной и реактивной составляющими тока статора таким образом, чтобы оно было наиболее близким к оптимальному по критерию минимума потребляемой энергии для заданных уровней скорости и момента нагрузки. Режим целесообразно использовать в тех случаях, когда рабочий механизм продолжительное время работает с малой нагрузкой. Примером может служить работа двигателя насоса водоснабжения жилых зданий, когда в ночные часы подача воды сокращается в несколько раз.

Эффективность использования режима при малых нагрузках характеризуется:

- *снижением уровня тока,*
- *снижением потребляемой энергии,*
- *снижением уровня шума и вибраций двигателя.*

Перед включением режима рекомендуется выполнить процедуру автонастройки электропривода или вручную ввести параметры подключенного двигателя.

*Настройка режима выполняется с помощью параметров меню «СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ / ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ». Параметрами **Ku max** и **Ku min** задаются пределы изменения коэффициента использования напряжения. Параметром **Тфильтра** - динамика реакции контура на изменение нагрузки.*

*Рекомендуемое значение параметра **Ku max** от 1 до 1.2, поскольку при номинальной нагрузке на двигатель должно подаваться полное напряжение. Параметр **Ku min** определяет максимально возможную эффективность использования режима, автоматически изменяется в зависимости от режима работы двигателя в пределах от **Ku min** до **Ku max**. Минимальное значение – 0.1, значение по умолчанию – 0.5.*

*В некоторых случаях при включении режима могут наблюдаться автоколебания при работе двигателя вследствие снижения тока намагничивания. При обнаружении недопустимого уровня автоколебаний в каком-либо из режимов работы рекомендуется увеличивать значения **Ku min** и **Тфильтра**. При невозможности их устранения – отключить режим энергосбережения.*

7.12. Использование режима ограничения темпа торможения.

Режим ограничения темпа торможения может быть использован в тех случаях, когда необходимо выполнить торможение высокоинерционного механизма без рассеивания энергии торможения в балластном резисторе или когда мощность резистора ограничена. Включение в работу данного режима обеспечивает автоматический контроль темпа замедления таким образом, чтобы возвращаемая в звено постоянного напряжения кинетическая энергия нагрузки не приводила к заряду конденсаторов выше порога срабатывания защиты от перенапряжения.

Работа электропривода при включении данного режима происходит по следующему алгоритму:

- *После поступления команды на торможение замедление начинается при условии, что заданная скорость меньше фактической и протекает с темпом, установленным задатчиком интенсивности;*
- *Если выпрямленное напряжение превысит величину **Udc ном** +15% (по умолчанию 620 В), то процесс замедления приостанавливается;*
- *Если заданная скорость меньше фактической и выпрямленное напряжение снизилось до величины **Udc ном** +10% (по умолчанию 594 В), то режим замедления возобновляется;*
- *Завершение торможения происходит при равенстве заданной и фактической скорости.*

*Использование данного режима возможно совместно со сбросом энергии торможения в балластный резистор, при этом время торможения сокращается. Если в процессе торможения защитой узла сброса энергии обнаруживается превышение пределов использования балластного резистора, то резистор автоматически отключается, но привод не блокируется и флаг защиты **R** (см. п.4.2.3) не выставляется, торможение продолжается только за счет ограничения темпа.*

*В тех случаях, когда при использовании данного режима в процессе торможения срабатывает защита от превышения напряжения (флаг **H** в строке состояния), рекомендуется уменьшить интенсивность торможения с помощью параметра **T omm** в меню «СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ / ОГР. ТЕМПА ТОРМОЖЕНИЯ».*

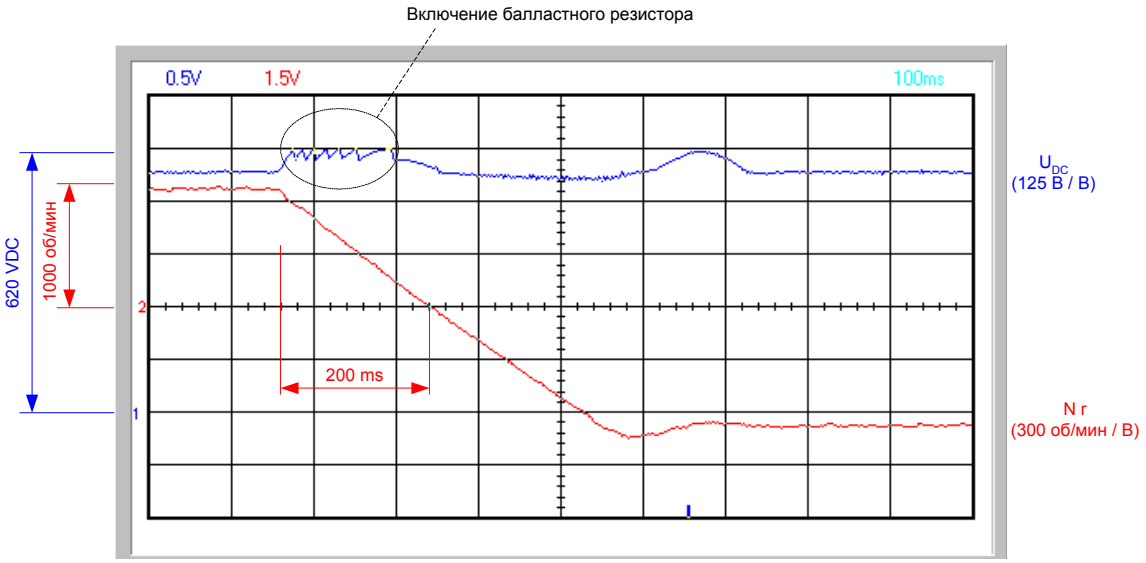
*На рис.7.3 приведены осциллограммы напряжения на конденсаторах фильтра **Udc** и скорости двигателя **Nr**, полученные при реверсе механизма с использованием различных способов торможения:*

а) – торможение с рассеиванием энергии в балластном резисторе большой мощности;

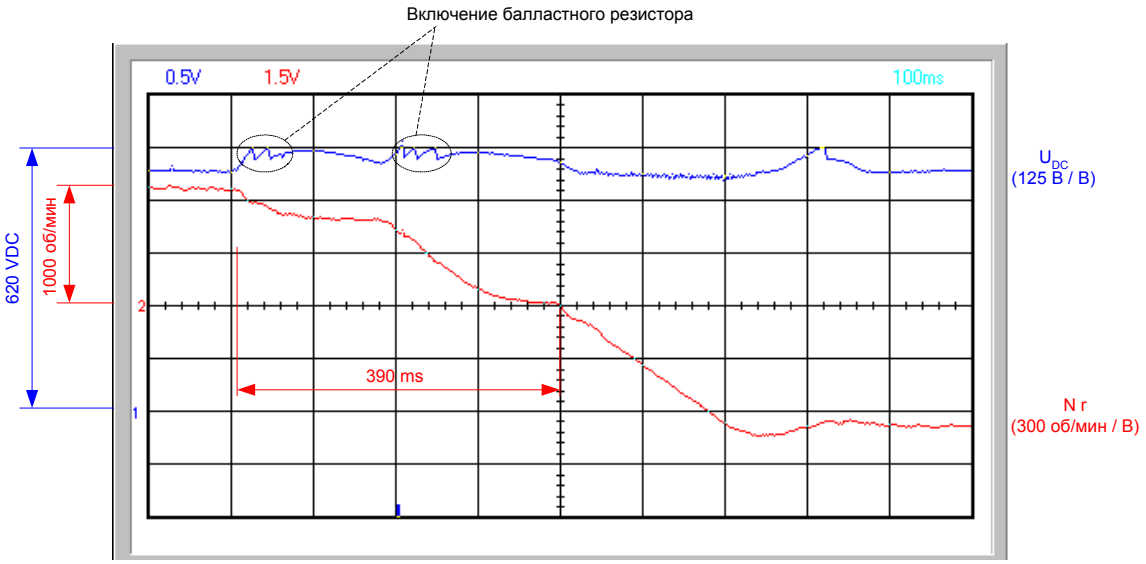
б) – комбинированный способ с ограничением темпа и использованием балластного резистора малой мощности;

в) – торможение с использованием только ограничения темпа.

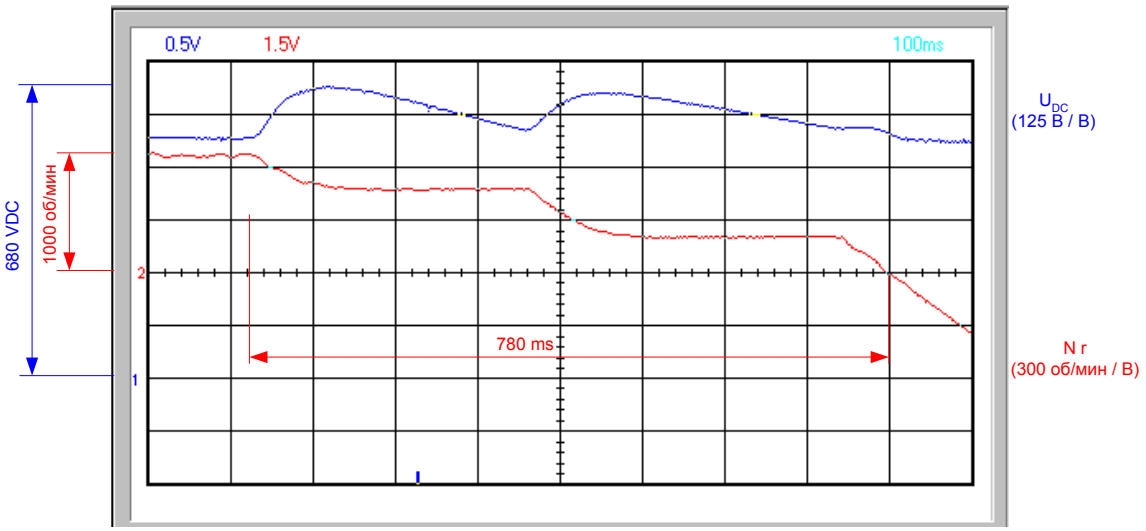
На рисунках б) и в) отчетливо видны участки с постоянной скоростью, длящиеся до снижения Udc до уровня 594 В.



а)



б)



в)

Рис.7.3. Осциллограммы реверса электропривода при использовании различных способов торможения.

7.13. Использование режима динамического торможения.

Режим динамического торможения предназначен для фиксации вала двигателя на нулевой скорости и выполнения эффективного управляемого останова электропривода без возврата энергии в звено постоянного напряжения преобразователя частоты. Режим реализуется путем формирования на выходе преобразователя неподвижного вектора напряжения постоянной амплитуды, в результате чего постоянный ток, протекающий в обмотках двигателя, создает тормозной момент. Энергия рассеивается в обмотках двигателя.

*При активизации режима в случае торможения, перед подачей постоянного напряжения выполняется блокировка выхода преобразователя частоты на время, равное 4 постоянным времени ротора **Tr**, необходимое для затухания поля двигателя. При активизации режима в случае предпускового силового удержания, постоянное напряжение выдается без выдержки времени.*

Для адаптации к условиям использования режима предусмотрена группа параметров, находящихся в меню «СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ / ДИНАМИЧ. ТОРМОЖЕНИЕ».

*Использование динамического торможения возможно только после его включения установкой параметра **Режим ДТ** ВКЛ.*

*По выбору пользователя действие режима может активизироваться внутренним флагом или по внешнему логическому сигналу. Для этого предусмотрен параметр **Активизация ДТ**. Если установлено значение **ВНУТР**, режим вступает в действие после сброса флага «Разрешение задания» или изменения состояния флага «Реверс задания» при условии снижения скорости двигателя до уровня, определяемого значением параметра **Nr дт**. При внешнем способе активизации (значение параметра **ВНЕШ**) режим вступает в действие после подачи активного уровня сигнала на логический вход, для которого назначена функция «Динамическое торможение».*

*Параметром **I дт** задается определяющий величину тормозного момента уровень тока статора двигателя. Время действия режима динамического торможения задается параметром **T дт**. Поскольку фактическое время снижения скорости до полного останова зависит не только от создаваемого тормозного момента, но и от момента инерции, статического момента нагрузки, уровня скорости двигателя, с которого начинается процесс торможения, то параметр **T дт** рекомендуется устанавливать для наиболее тяжелых условий. После останова время, оставшееся до истечения **T дт**, двигатель удерживается постоянным током.*

*При управлении с помощью внешнего сигнала «Динамическое торможение», независимо от величины параметра **T дт**, постоянный ток в обмотках двигателя протекает в течение времени до момента снятия активного уровня этого сигнала или до момента отключения выходного напряжения преобразователя сигналом «Снятие блокировки» (рис.7.6).*

*При выборе параметров **I дт** и **T дт** следует учитывать, что условия охлаждения асинхронного двигателя с самовентиляцией значительно ухудшаются на малых частотах вращения и при останове. С учетом этого, рекомендуется также скорректировать параметры времятоковой защиты двигателя.*

Следует помнить, что в области высоких скоростей динамическое торможение намного менее эффективно, чем частотное. Если при частоте вращения, близкой к частоте номинального скольжения, тормозной момент, создаваемый током, равным номинальному, может достигать 50% от номинального момента двигателя, то при номинальной частоте вращения и номиналь-

ном токе – не более 2%. Поэтому, в ряде случаев целесообразно сочетать оба этих способа торможения.

*Переход от частотного торможения к динамическому происходит на уровне, устанавливаемом параметром **Nr дт**. Однако, величина энергии, которая рассеивается в балластном резисторе при частотном торможении, определяется выражением:*

$$W_m = J_\Sigma (\omega_{max}^2 - \omega_{min}^2) / 2 ,$$

*то есть, наибольшая ее часть выделяется именно при высоких скоростях вращения. Следовательно, в тех случаях, когда мощность балластного резистора ограничена или его использование не предусмотрено, рекомендуется параметром **Nr дт** устанавливать уровень скорости, соответствующий максимально возможному рабочему значению (до **Nr max**). При этом динамическое торможение будет вступать в действие с любой частоты вращения.*

*Режим динамического торможения в виде силового удержания постоянным током перед пуском может быть эффективно использован для того, чтобы избежать бросков тока от «противовключения» в электроприводах механизмов, где активный момент нагрузки способен разогнать отключенный двигатель в противоположном направлении (дымососы, центробежные насосы в магистралях со статическим напором, и т.п.). Параметр **T уп** устанавливает время, в течение которого двигатель удерживается постоянным током перед отработкой задания при установке флагов «Снятие блокировки» и «Разрешение задания».*

*На рис. 7.4 ÷ 7.6 приведены осциллограммы динамического торможения в различных вариантах использования: удержание постоянным током перед пуском, сочетание частотного и динамического торможения, только динамическое торможение. Показаны временные диаграммы действующего значения выходного напряжения преобразователя частоты **Us**, мгновенного значения фазного тока **Iv**, частоты напряжения статора **Fs**, скорости ротора **Nr**. На осциллограммах рис. 7.5, 7.6 видна пауза длительностью около 0.5 с перед подачей постоянного напряжения на обмотки двигателя. Во всех случаях были установлены параметры задатчика интенсивности: **Tp1** = 0.5 с; **Tm1** = 0.5 с. Торможение выполнялось на холостом ходу с номинальной скорости двигателя.*

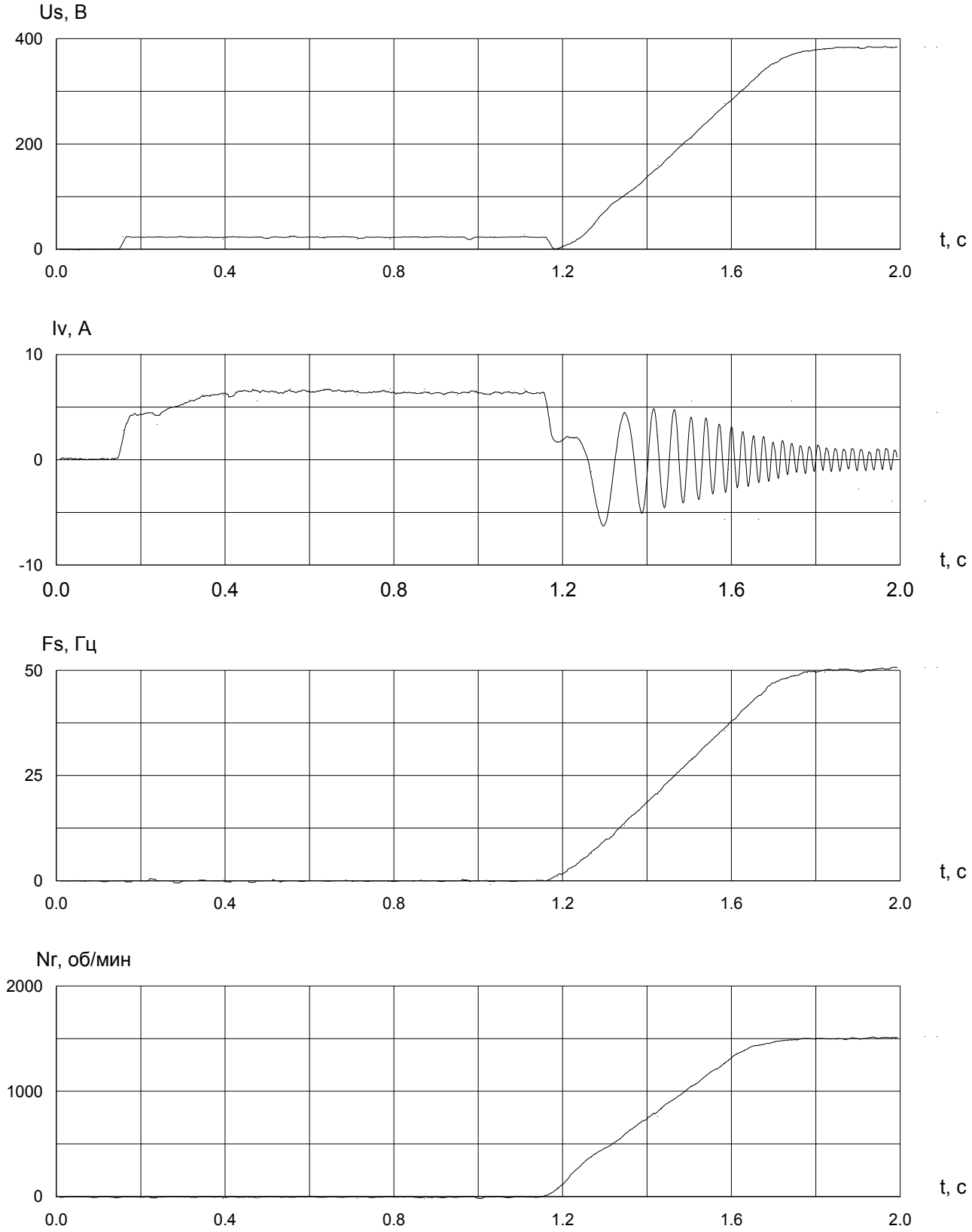


Рис. 7.4. Осциллограммы режима динамического торможения. Удержание постоянным током перед пуском. Параметры режима: $I_{дт}$ =100%, $T_{уп}$ = 1с.

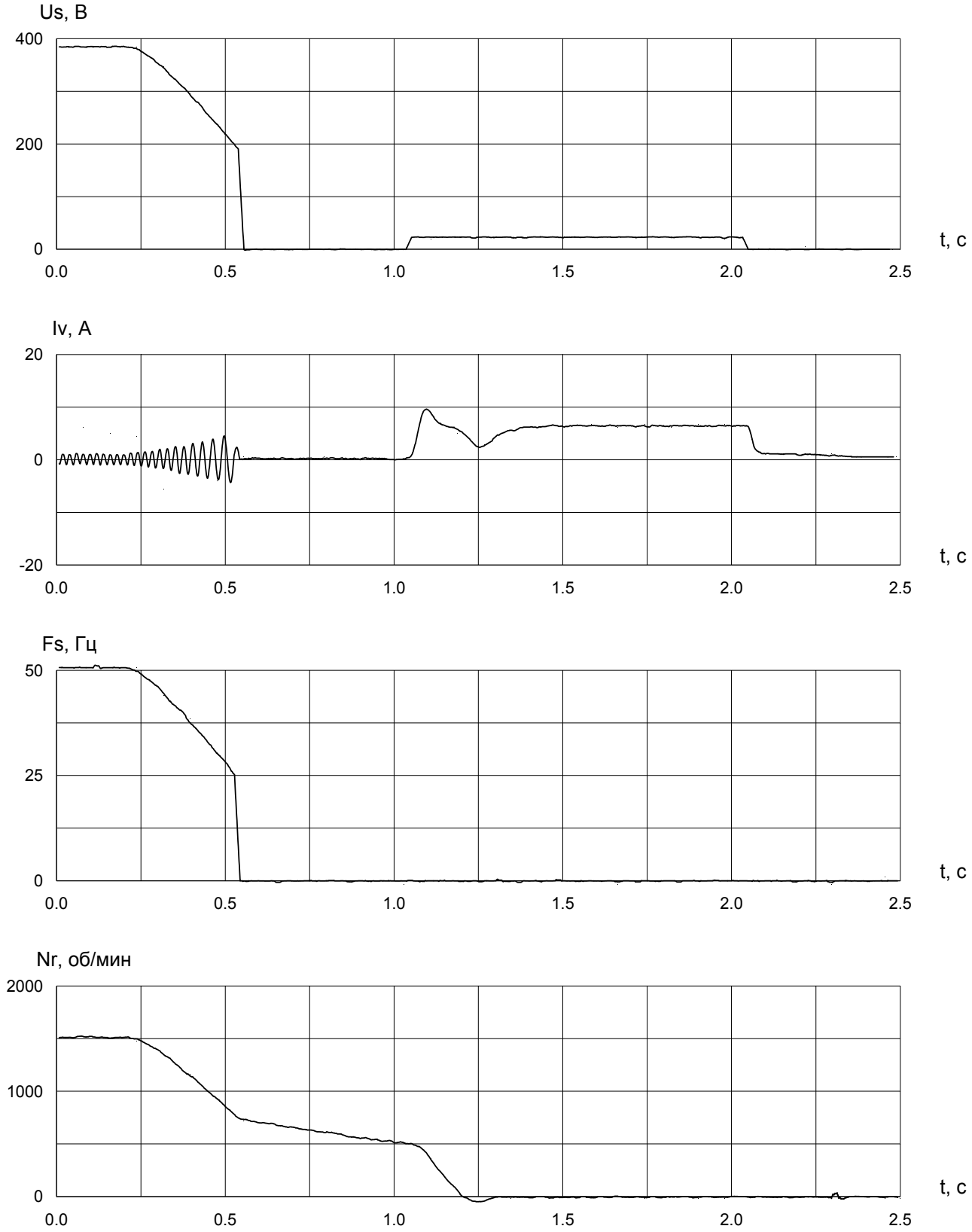


Рис. 7.5. Осциллограммы режима динамического торможения. Сочетание частотного и динамического торможения. Параметры режима: T дт = 1с, I дт =100%, Nr дт = 50%.

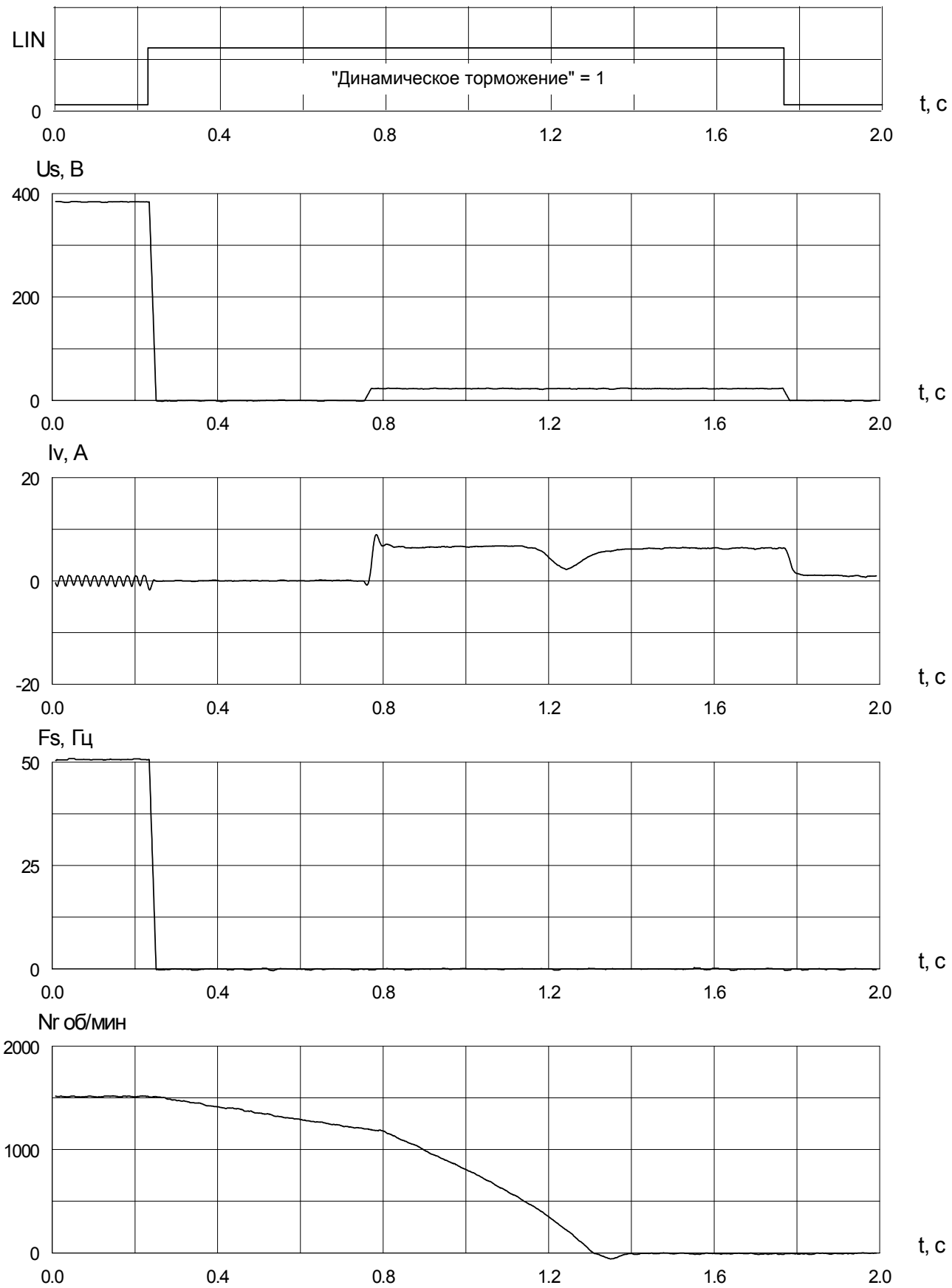


Рис. 7.6. Осциллограммы режима динамического торможения. Динамическое торможение с номинальной скорости. Параметры режима: Активизация ДТ=ВНЕШ, I дт =100%, Nr дт = 100%.

7.14. Использование режима поиска частоты (пуск на вращающийся двигатель).

Режим поиска частоты обеспечивает автоматическое определение скорости асинхронного двигателя (АД) и мягкое включение преобразователя в работу на вращающийся двигатель. Режим поиска частоты может быть востребован при работе электропривода на механизмы с высокими моментами инерции или с активным моментом нагрузки, когда при кратковременной блокировке преобразователя частоты сигналами управления или срабатыванием защит не происходит быстрого останова двигателя выбегом.

Для реализации этого режима работы используется специальный поисковый алгоритм – частотное сканирование АД на пониженном напряжении по критерию достижения минимума тока статора.

*Для адаптации к условиям использования режима предусмотрена группа параметров, находящихся в меню «СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ / ПОИСК ЧАСТОТЫ». Использование режима возможно только после его включения установкой параметра **Режим ПЧ** ВКЛ.*

При разрешении использования режима поиска частоты он может активизироваться в следующих случаях:

- *при автоматическом перезапуске после кратковременного пропадания напряжения питания;*
- *после блокировки и последующей разблокировки электропривода при кратковременном пропадании сигнала «Снятие блокировки»;*
- *после срабатывания защит и последующей разблокировки преобразователя частоты сигналом «Сброс защит»;*
- *при первоначальном пуске с вращающимся двигателем.*

При активизации режима выполняется следующая последовательность действий:

1. *Реализуется выдержка времени, достаточная для затухания поля в двигателе - 4 постоянных времени ротора **Tr** (при первоначальном пуске выдержка времени не выполняется).*
2. *Запускается процедура поиска фактической скорости двигателя путем сканирования частоты на пониженном напряжении с контролем тока статора и определением его минимума. Изменение частоты производится с постоянной времени, заданной параметром **Tf ск**. Поиск начинается от верхнего предела, задаваемого параметром **Fн ск**, в направлении уменьшения частоты до момента определения фактической частоты вращения (момент фиксации экстремума тока статора) или до минимальной частоты 1 Гц.*
   *Если частота не была определена и разрешен поиск в обоих направлениях (параметр **Поиск +/-** = ВКЛ), то сканирование продолжается в противоположном направлении, также начиная с **Fн ск** до момента нахождения фактической частоты вращения или до минимальной частоты.*
3. *Найденная частота фиксируется и осуществляется плавное нарастание напряжения до уровня, соответствующего найденной частоте с соблюдением соотношения $U_{ном} / F_{ном} = const$. Напряжение нарастает с интенсивностью, задаваемой параметром **Tu ск**.*
4. *Далее привод переходит к отработке текущего задания и разгоняется до заданной скорости с ускорением, соответствующим установленным параметрам задатчика интенсивности.*

*На рис.7.7 приведены осциллограммы частоты напряжения статора **Fs**, действующего значения выходного напряжения преобразователя частоты **Us**, действующего значения тока статора **Is** и мгновенного значения фазного тока **Iv** в режиме поиска частоты. Установленные параметры режима: **Fн ск** = 50 Гц, **Поиск +/-** = ВКЛ, **Tf ск** = 0.25 с, **Tи ск** = 1 с. Скорость двигателя соответствует фактической частоте -25 Гц. На диаграммах хорошо видны все этапы выполнения поискового алгоритма с двунаправленным сканированием, переход к отработке текущего задания не показан.*

При настройке параметров режима поиска частоты под актуальные условия работы электропривода следует соблюдать следующие рекомендации:

- *Для наибольшей эффективности использования режима время поиска должно быть максимально сокращено. Поэтому параметр **Fн ск**, определяющий верхний уровень диапазона сканирования частоты, следует устанавливать не выше наибольшей частоты в рабочем режиме. Включать двунаправленное сканирование имеет смысл только в том случае, если активный момент нагрузки способен не только затормозить двигатель, но и разогнать его в противоположном направлении. Иначе общее время поиска частоты может увеличиться более чем в два раза.*
- *Если в процессе тестирования работы данного режима во всех случаях частота находится надежно, то можно уменьшить время изменения частоты при сканировании, установив меньшее значение параметра **Tf ск**.*
- *Если на осциллограмме тока не наблюдается значительных бросков в момент завершения нарастания напряжения, то можно уменьшить значение параметра **Tи ск**.*
- *В случае если фактическая частота вращения двигателя не обнаруживается и происходит его пуск с нулевой скорости, рекомендуется уменьшить значение параметра **Kч ск**, повысив чувствительность реакции на отклонение тока при сканировании.*
- *В случае если при сканировании происходит неверное определение фактической частоты вращения, рекомендуется увеличить значение параметра **Kч ск** для исключения обнаружения ложных экстремумов тока.*

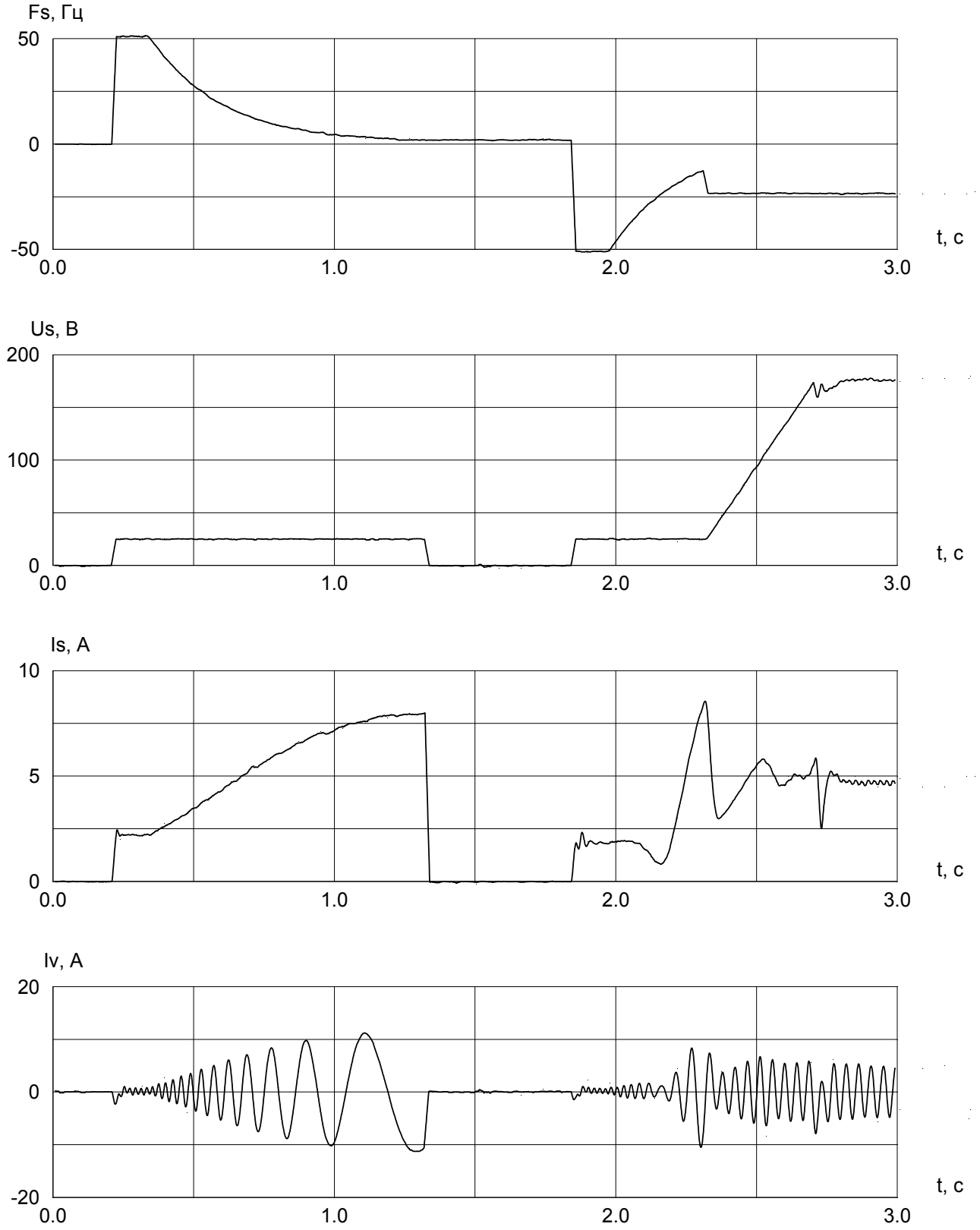


Рис. 7.7. Осциллограммы режима поиска частоты.

7.15. Использование режима самопитания за счет энергии торможения.

Режим самопитания (СП) предназначен для поддержания работоспособности и управляемости привода при кратковременных провалах или пропадании напряжения питающей сети. Реализация режима СП основана на использовании кинетической энергии, накопленной нагрузкой и возвращаемой в инвертор при частотном торможении.

Режим СП может использоваться для выполнения следующих функций:

- *Преодоление кратковременных провалов в питающей сети.*
  В этом случае привод должен как можно дольше вращаться, используя оставшийся запас энергии на поддержание заданного уровня выпрямленного напряжения Udc с целью продолжить работу при восстановлении питания.
- *Аварийный останов при отключении сети.*
  В этом случае ПЧ должен использовать запас кинетической энергии для выполнения быстрого управляемого замедления привода до его полного останова.

*Для адаптации к условиям использования режима предусмотрена группа параметров, находящихся в меню «СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ / САМОПИТАНИЕ». Использование режима возможно только после его включения установкой параметра **Режим СП** ВКЛ.*

*При разрешении использования режима он вступает в действие при обнаружении понижения выпрямленного напряжения на 15% по сравнению с **Udc ном**. При этом выполняется следующая последовательность действий:*

- *Начинается частотное торможение двигателя с интенсивностью, определяемой параметром **Тсп** (параметры задатчика интенсивности игнорируются). Двигатель переходит в генераторный режим и энергия торможения через обратные диоды инвертора заряжает конденсаторы фильтра звена постоянного напряжения. Заряд продолжается до уровня, установленного параметром **Udc ном**.*
- *Снижение частоты выходного напряжения инвертора приостанавливается, привод переходит в двигательный режим работы до обнаружения следующего понижения напряжения Udc.*
- *Такие циклы повторяются до восстановления питания или до момента, когда запасенная нагрузкой энергия будет израсходована и Udc понизится более чем на 20% от **Udc ном**. При обнаружении повышения напряжения до уровня **Udc ном** выполняется выдержка времени 1 с, необходимая для оценки устойчивости восстановления питания. После этого привод переходит к завершению режима СП. Если же питание не восстановилось до момента снижения Udc более чем на 20%, то инвертор блокируется и формируется флаг защиты от недопустимого понижения напряжения **L**.*
- *Действия при завершении режима СП производятся в зависимости от способа, выбранного параметром **Выход СП**. Если установлено значение **ОСТАНОВ**, выполняется останов двигателя с интенсивностью, определяемой параметрами задатчика, после чего преобразователь блокируется и выдается флаг защиты от недопустимого понижения напряжения. Если выбрано значение **ЗАДАНИЕ**, при выходе из режима СП привод отрабатывает текущий сигнал задания.*

*На рис. 7.8, 7.9 приведены осциллограммы напряжения **Udc** и выходной частоты **Fs** при работе электропривода в режиме самопитания с различными способами его завершения. Используются параметры задатчика интенсивности: **Tp1** = 0.5 с; **Tm1** = 2.0 с.*

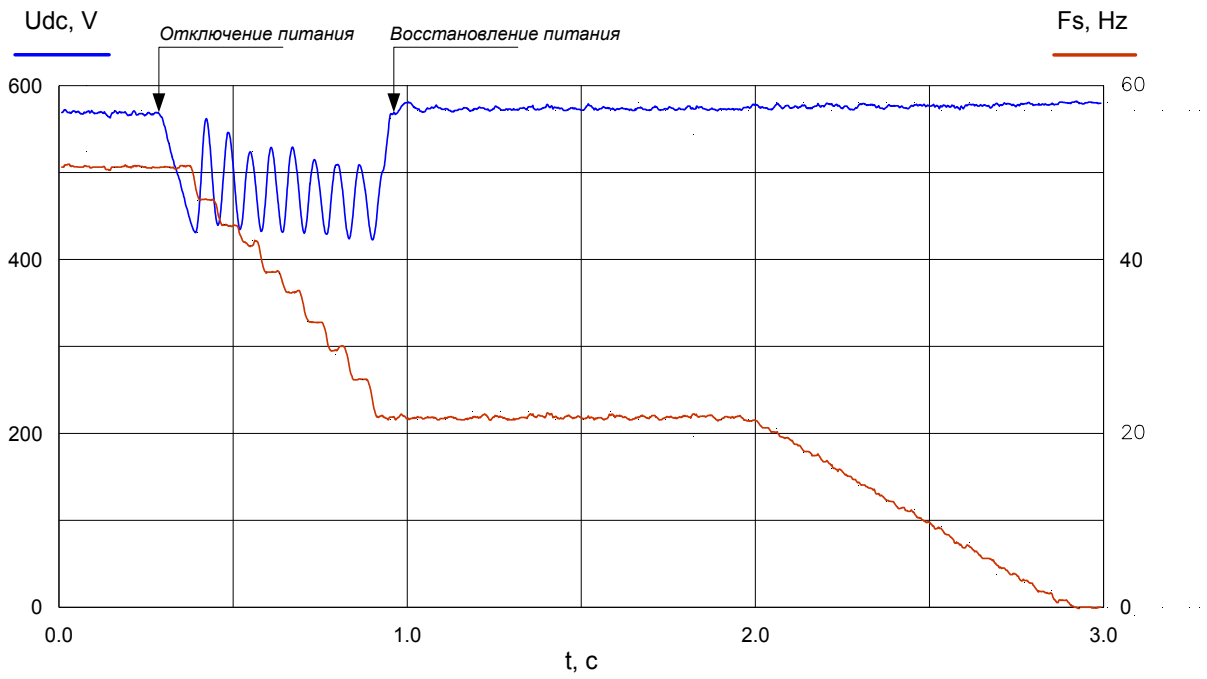


Рис.7.8. Осциллограммы режима самопитания.

Параметры режима: Тсп = 0.2 с, Выход СП = ОСТАНОВ.

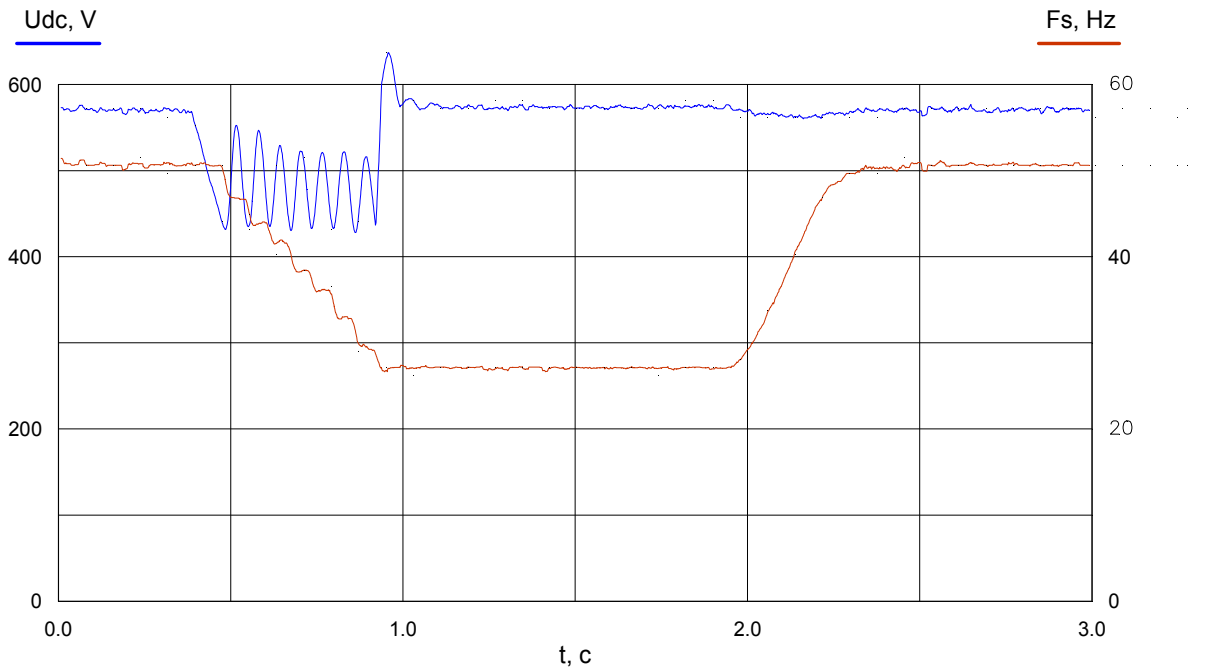


Рис.7.9. Осциллограммы режима самопитания.

Параметры режима: Тсп = 0.2 с, Выход СП = ЗАДАНИЕ.

7.16. Использование режима «Плохая» сеть».

Назначение данного режима - расширение области применения преобразователей частоты за счет повышения их помехоустойчивости в условиях работы от нестабильных, «слабых» питающих сетей.

Режим обеспечивает сохранение работоспособности электропривода при:

- длительных снижениях выпрямленного напряжения до 378 В (-30% от номинального значения напряжения на конденсаторах фильтра Udc ном = 540 В при номинальном напряжении трехфазной питающей сети 380 В 50 Гц);

- при кратковременных (до 200 мс) провалах выпрямленного напряжения с 378 В до 270 В (-30…-50% от Udc ном).

При длительности провала напряжения Udc ниже 378 В более чем на 200 мс, а также при достижении нижнего уровня 270 В инвертор блокируется, в строке состояния пульта управления индицируется флаг ошибки от понижения напряжения L.

*Режим вводится в действие переводом параметра **«Плохая» сеть** в меню «СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ / «ПЛОХАЯ» СЕТЬ» в состояние **ВКЛ**.*

Внимание! При использовании данного режима в условиях отклонения напряжения питающей сети свыше пределов, установленных ГОСТ 27803 и Техническими условиями ШЕДК.656121.099ТУ, не гарантируется сохранение всех заявленных регулировочных характеристик электропривода в отношении точности поддержания скорости и момента двигателя.

7.17. Использование режима синхрокоммутации (мягкого переключения ПЧ - сеть / сеть - ПЧ).

Данный режим предназначен для выполнения мягкого, безударного переключения асинхронного двигателя с питания от преобразователя частоты на питание от трехфазной сети и обратно от трехфазной сети к преобразователю частоты. Режим должен обеспечивать переключение в обоих направлениях с максимальным броском тока не больше двукратного номинального тока подключенного двигателя. При этом не должно происходить срабатывания защиты ПЧ и двигателя.

Действие режима основано на выполнении синхронизации выходного напряжения инвертора с напряжением питающей сети и формировании сигналов управления контакторами подключения двигателя к сети и к ПЧ.

Синхронизация производится путем мониторинга мгновенных значений напряжений фаз сети с помощью датчиков, установленных на плате расширения. На основе информации с датчиков вычисляется частота, амплитуда и фазовый угол эквивалентного вектора напряжения сети. Эти значения используются в качестве задания на формирование выходного напряжения инвертора. Система управления выполняет последовательное согласование напряжения по частоте, затем по амплитуде и по фазе.

При подготовке к использованию данного режима необходимо выполнить следующую последовательность действий:

- *На базовую интерфейсную плату ПЧ установить плату расширения ЕС4 (рис.7.10);*
- *Выполнить подключение двигателя, контакторов, уравнительных реакторов, управляющих входов и выходов ПЧ в соответствии со схемой, приведенной на рис.7.11;*
- *Выполнить настройку логического входа на управление режимом;*
- *Включить режим и выбрать способ коммутации контакторов.*

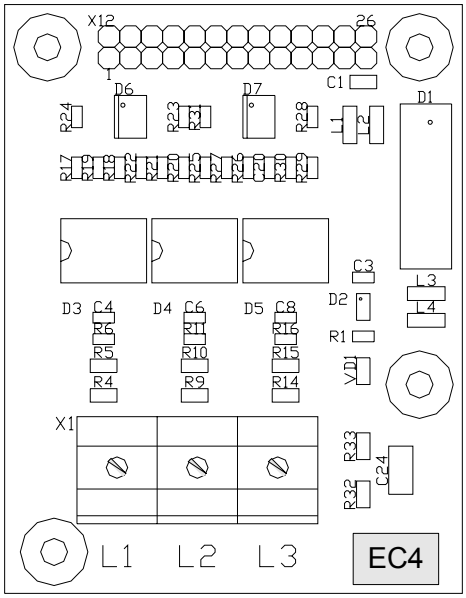


Рис. 7.10 Плата расширения ЕС4.

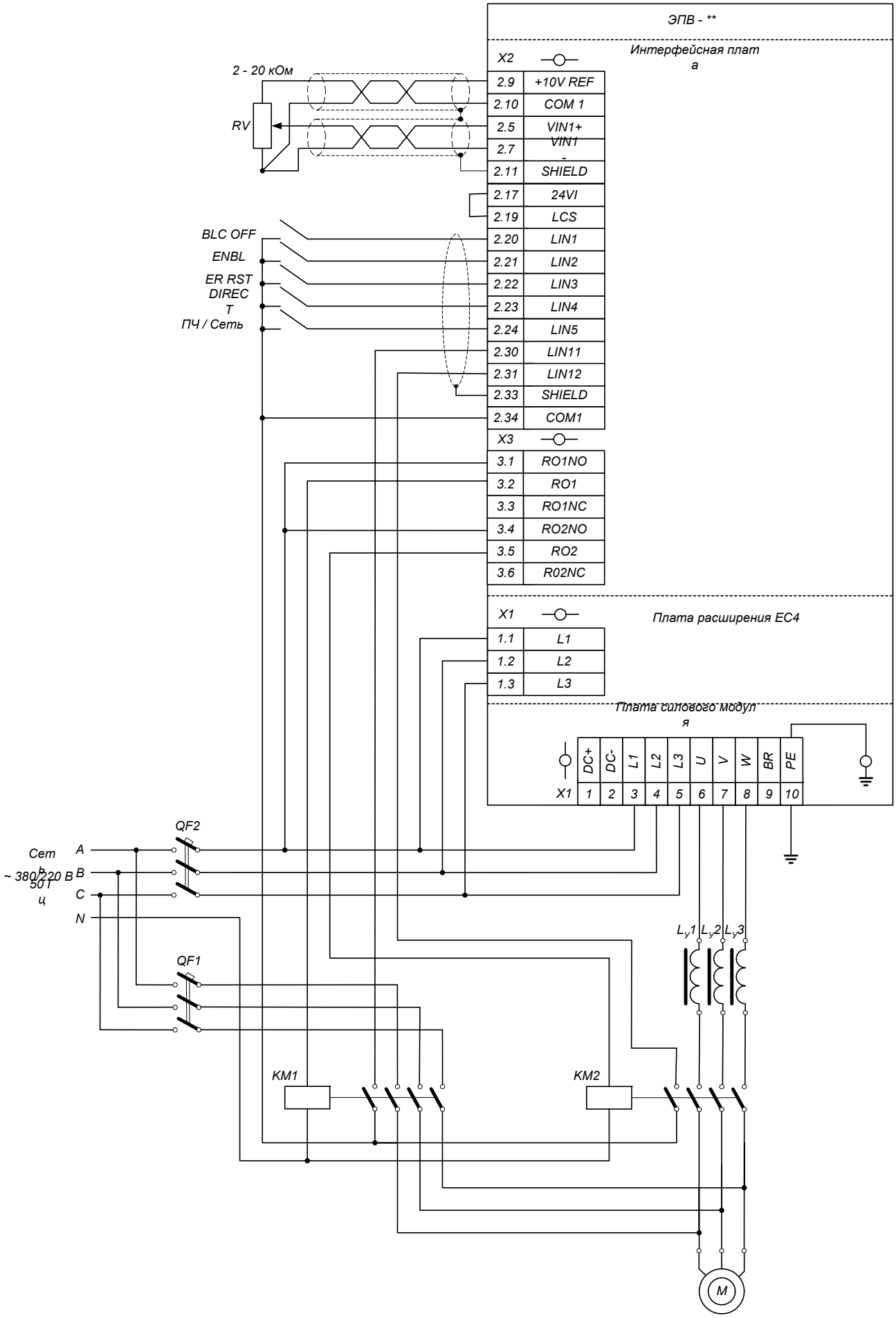


Рис. 7.11 Схема подключения для режима синхрокоммутации.

При установке платы расширения соблюдать правила защиты от статического электричества. На интерфейсную плату установить четыре стойки высотой 11 мм. Штыри разъема X12 платы ЕС4 совместить с гнездами разъема X12 интерфейсной платы, вставить штыри в гнезда до упора, избегая перекосов. Зафиксировать плату четырьмя винтами М3 в резьбовые отверстия стоек.

Внимание! При работе с платой ЕС4 соблюдать особую осторожность, т.к. после подключения к терминалам L1, L2, L3 линий питающей сети на первичной стороне датчиков будет присутствовать напряжение опасное для жизни.

Контакторы подключения двигателя к сети (КМ1) и к выходу инвертора (КМ2) управляются через релейные выходы RO1, RO2 базовой интерфейсной платы с контролем состояния через блок-контакты, подключаемые к логическим входам LIN11, LIN12.

Внимание! Функциональное назначение выходов RO1, RO2 и входов LIN11, LIN12 при включении режима синхрокоммутации перепрограммируется автоматически, независимо от того какие функции были назначены им до включения режима. После выключения режима возвращаются функции, назначенные ранее.

При подключении следует особое внимание обращать на соблюдение фазировки между линиями питающей сети, выходными линиями инвертора и входами датчика сетевых напряжений. При неправильном подключении возможно срабатывание защит ПЧ.

*При обнаружении несоответствия состояния блок-контактов контакторов текущему состоянию сигналов управления через 0.5 с генерируется флаг ошибки **K** в 4 позиции строки состояния пульта управления. Ошибка фазировки, как правило, приводит к срабатыванию максимально токовой защиты ПЧ (флаг **X** в первой позиции строки состояния). При неправильном подключении датчиков напряжений сети, пропадании фазы питающей сети или недопустимом отклонении напряжения срабатывает защита от ошибки синхронизации с сетью (флаг **Y** во второй позиции строки состояния).*

Режим синхрокоммутации предусматривает два возможных способа выполнения коммутации контакторов КМ1 и КМ2: с «перекрытием» или с паузой. При первом способе после получения команды на переключение сначала включается второй контактор, а затем отключается первый, т.е. на определенном интервале времени двигатель питается параллельно от сети и от ПЧ. При этом для ограничения уравнительных токов на выходе инвертора должны быть включены уравнительные реакторы.

При выборе второго способа переключения интервал параллельной работы преобразователя с сетью исключается, сначала отключается один контактор, затем включается другой. В этом случае уравнительные реакторы не обязательны, бросок тока при переключении ПЧ → СЕТЬ не регламентируется, так как является функцией величины паузы переключения, момента нагрузки, момента инерции и параметров двигателя.

Командой на выполнение переключения является дискретный управляющий сигнал. Для ввода сигнала может быть использован любой из логических входов. Для этого выбранному входу в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЛОГИЧЕСКИЕ ВХОДЫ» назначается соответствующая функция («Переход на сеть»). Пассивному состоянию логического входа (кон-

такт разомкнут) соответствует работа двигателя от ПЧ, активному (контакт замкнут) – работа от сети. Если ни одному логическому входу функция «Переход на сеть» не назначена, то релейный выход RO1 находится в заблокированном состоянии и контактор подключения к сети КМ1 не включается.

Включение и настройка режима синхрокоммутации выполняется с помощью параметров меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ / СИНХРОКОММУТАЦИЯ». Параметром ***Режим СК ВКЛ/ВЫКЛ*** *действие режима активизируется или блокируется. Параметром* ***Коммутация ПАУЗА/ПЕРЕКР*** *выбирается способ формирования сигналов управления контакторами.*

На рис. 7.12, 7.13 приведены осциллограммы работы режима с использованием различных способов коммутации.

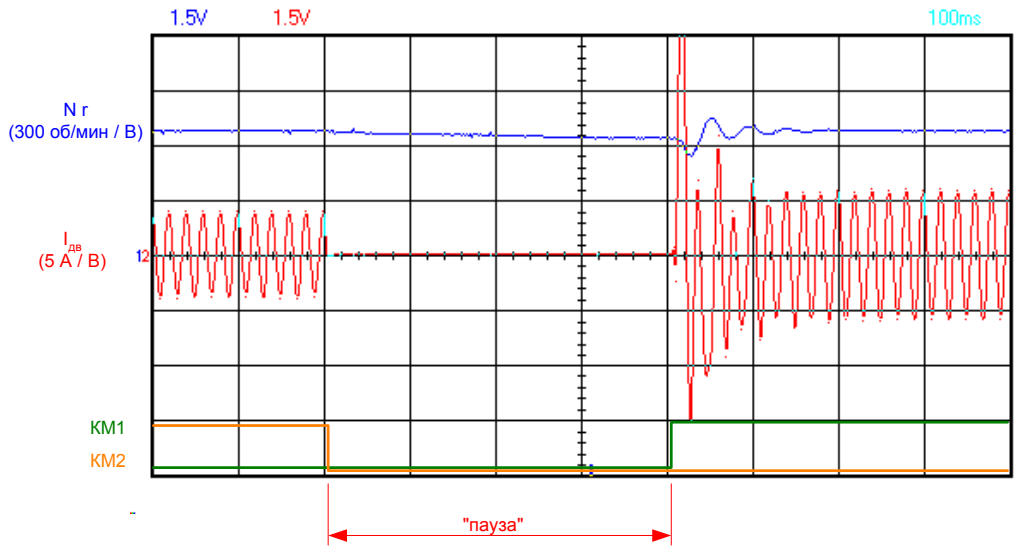
На рис. 7.12 а) показаны временные диаграммы тока фазы двигателя, скорости вращения ротора и состояния контакторов КМ1, КМ2 при коммутации ПЧ→СЕТЬ с паузой. Величина паузы складывается из интервала на затухание поля ($4 \cdot T_P$) и времени включения КМ1. На диаграммах видно заметное снижение уровня скорости за время паузы, в момент включения КМ1 виден переходный процесс в скорости и бросок тока более $3 \cdot I_{ном}$.

На рис. 7.12 б) показана коммутация ПЧ→СЕТЬ с перекрытием. Длительность перекрытия складывается из времени оценки состояния блок-контакта КМ1 и времени выключения КМ2. При этом способе переключения отклонения в скорости практически не наблюдается, бросок тока при включении КМ1 не превышает $I_{ном}$. На рис. 7.12 в) приведена дополнительная диаграмма выходного тока инвертора ПЧ при этой же коммутации. На диаграмме виден уравнительный ток, протекающий между инвертором и сетью во время перекрытия. Величина уравнительного тока определяется в первую очередь параметрами установленных реакторов. При выборе индуктивности реакторов необходимо помнить, что большое падение напряжения на них приводит к ухудшению регулировочных характеристик привода, в то время как слишком малая индуктивность может быть недостаточна для ограничения уравнительного тока и может вызывать срабатывание максимально-токовой защиты ПЧ.

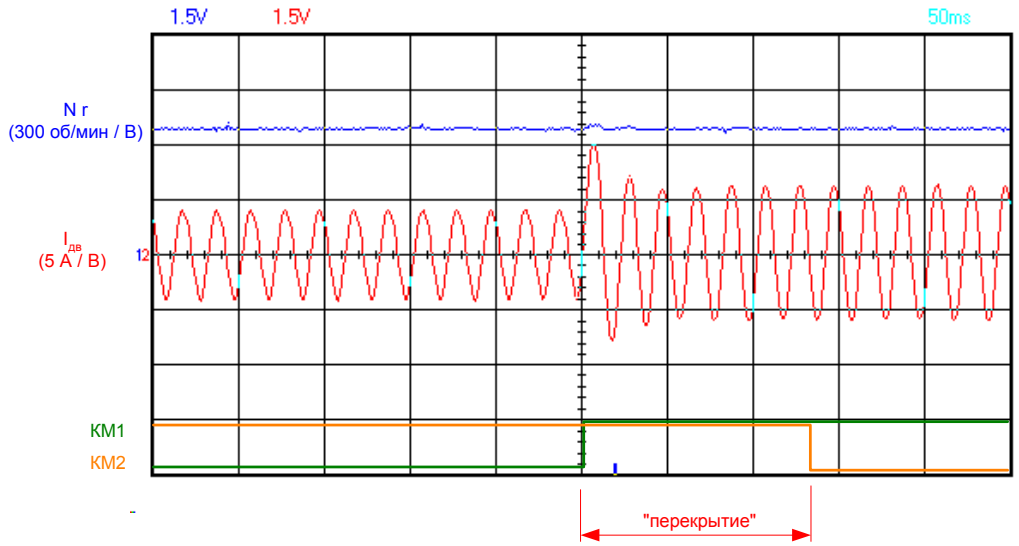
В качестве уравнительных реакторов L_y1, L_y2, L_y3 рекомендуется использовать три однофазных дросселя, выполненных на индивидуальных сердечниках (использование трехфазного дросселя с общим сердечником недопустимо). Индуктивность дросселей рекомендуется выбирать по величине падения напряжения в пределах 4 – 8% от номинального напряжения сети при номинальном токе двигателя на частоте 50 Гц.

Процедуру автонастройки на параметры двигателя рекомендуется выполнять с подключенными реакторами.

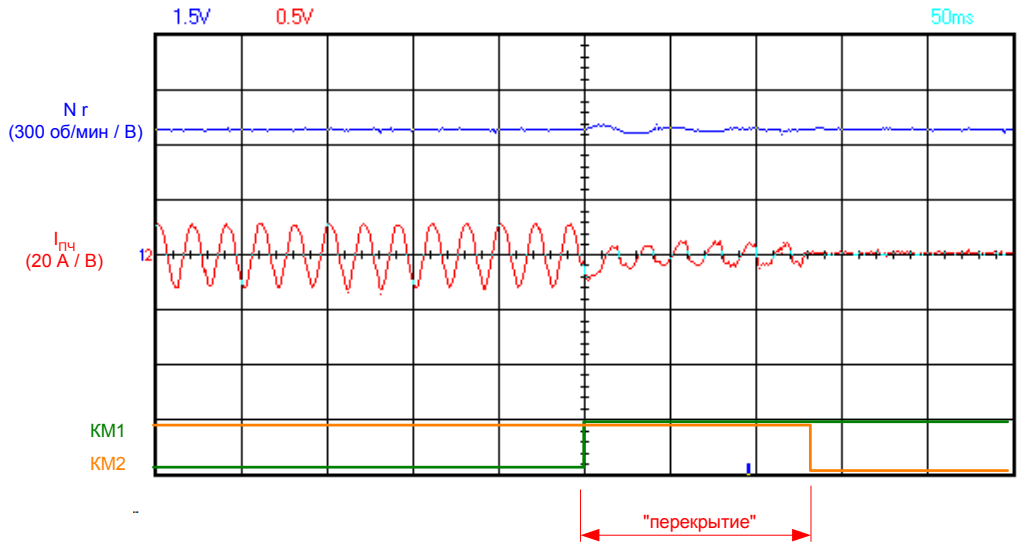
На рис. 7.13 приведены аналогичные диаграммы для переключения СЕТЬ→ПЧ. Длительность паузы при этом переключении складывается из времени затухания поля ($4 \cdot T_P$), времени включения КМ2 и времени подтверждения его состояния (100 мс). Из диаграмм видно, что коммутация с перекрытием происходит более быстро и «мягко», чем с паузой. Следует отметить, что в случае, если включить режим автоматического поиска частоты, то переключение СЕТЬ→ПЧ с паузой на вращающийся двигатель будет происходить с использованием алгоритма, описанного в п.7.14.



а)

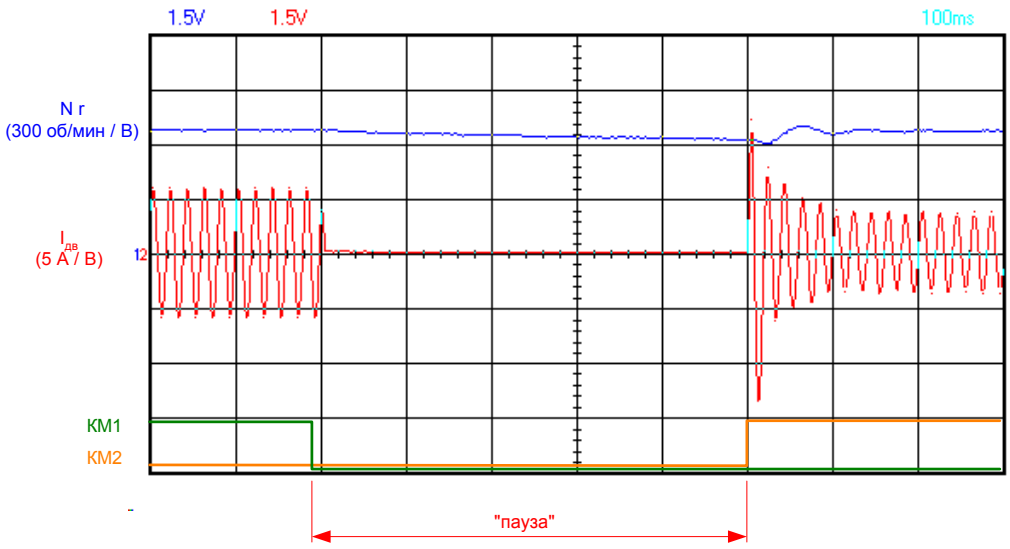


б)

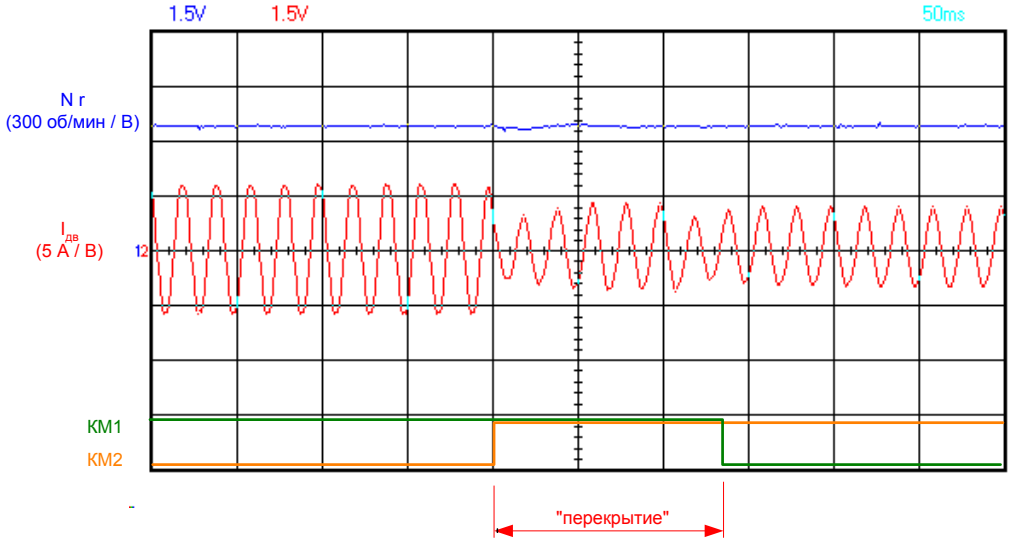


в)

Рис.7.12. Осциллограммы переключения ПЧ→СЕТЬ.



а)



б)

Рис.7.13. Осциллограммы переключения СЕТЬ→ПЧ.

8. Пульт управления.

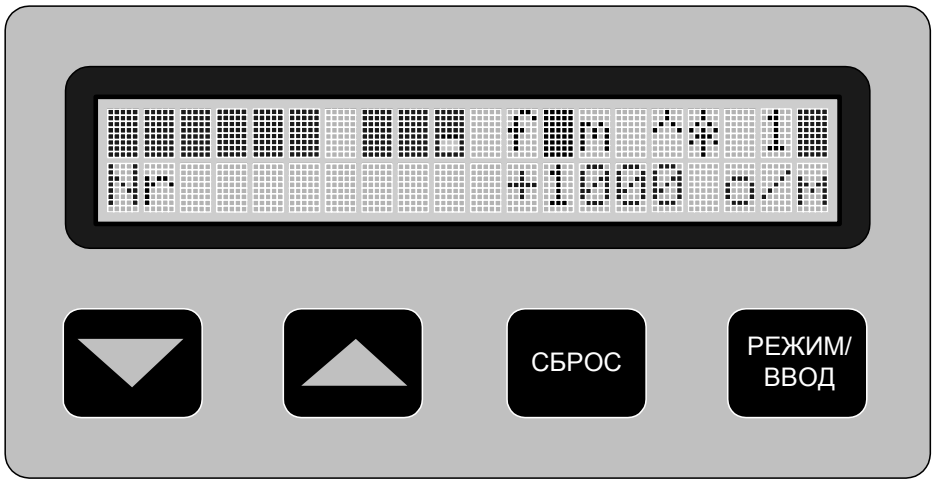


Рис. 8.1. Общий вид пульта управления преобразователя частоты.

С помощью пульта управления выполняются процедуры просмотра и редактирования параметров электропривода, запуск и контроль режимов его работы.

8.1. Структура информации, отображаемой на ЖК–дисплее.

*В верхней строке – **строке индикации состояния** – отображаются флаги защит, обменных сигналов и режимов работы электропривода.*

*В нижней строке – **строке индикации параметра** – отображаются параметры электропривода, переменные и заголовки меню.*

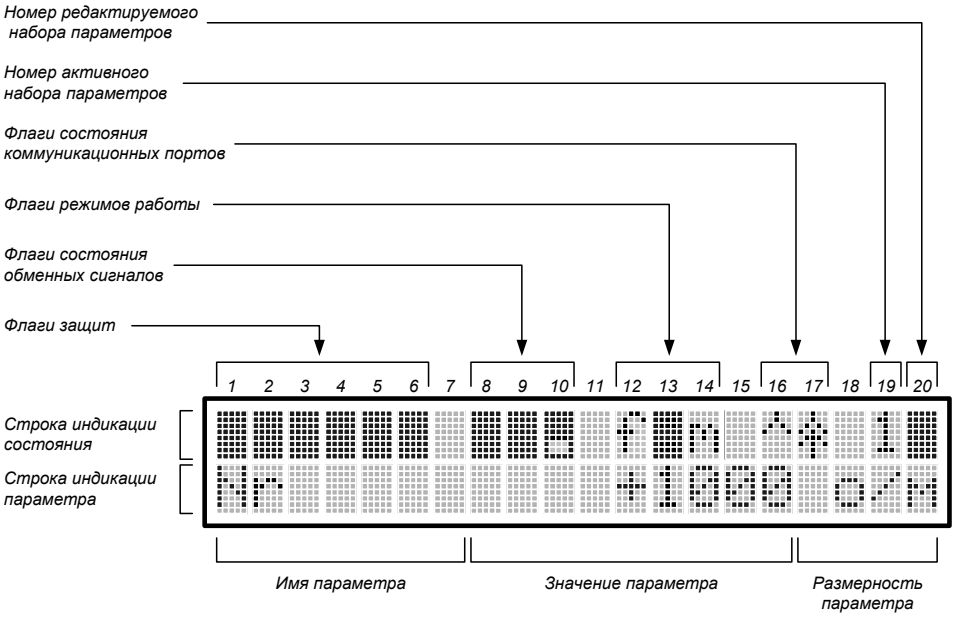


Рис. 8.2. Структура информации на дисплее пульта управления.

∗ ***Строка состояния электропривода.***

В позициях 1 ÷ 6 индицируются флаги срабатывания защит электропривода. В нормальном режиме работы в этих позициях отображается закрашенный прямоугольник. При обнаружении аварийной ситуации в соответствующей позиции отображается символ сработавшей защиты:

- *Позиция 1*

  O *- флаг аппаратной максимально-токовой защиты,*

  X *- флаг программной максимально-токовой защиты,*

  W *- флаг программной температурной защиты IGBT,*

- *Позиция 2*

  L *- флаг защиты от понижения напряжения,*

  H *- флаг защиты от повышения напряжения,*

  R *- флаг защиты от аварии узла сброса энергии,*

  ↑- флаг работы узла предзаряда емкости фильтра,

  ↓- флаг работы узла сброса энергии,

  Y *- флаг защиты от ошибки синхронизации с напряжением питающей сети в режиме синхрокоммутациии,*

  B *- флаг блокировки защиты от понижения напряжения при включении режима наладки,*

  # *- флаг активизации режима «ТЕСТ»,*

- *Позиция 3*

  Зарезервирована,

- *Позиция 4*

  P *- флаг защиты от недопустимого отклонения напряжения питания цепей управления,*

  C *- флаг защиты от сбоя в микропроцессорном ядре,*

  A *- флаг защиты от ошибки АЦП,*

  M *- флаг защиты от ошибки энергонезависимой памяти,*

  S *- флаг защиты от ошибки тестирования датчиков тока,*

  U *- флаг защиты от ошибки тестирования датчика напряжения;*

  F *- флаг защиты от ошибки сетевого управления (превышение времени ожидания кадра),*

  N *- флаг защиты от потери сигнала токовой петли (I<4 mA),*

  K *- флаг защиты от ошибки состояния внешних контакторов в режиме синхрокоммутации,*

  Z *- флаг защиты от неисправности (отсутствия) микросхемы часов реального времени,*

  G *- флаг защиты от разряда батарейки питания микросхемы часов реального времени,*

- *Позиция 5*

  T *- флаг температурной защиты преобразователя,*

- *Позиция 6*

  Q *- флаг температурной защиты двигателя,*

  I *- флаг время-токовой защиты двигателя.*

В позициях 8 ÷ 10 индицируются флаги состояния обменных сигналов электропривода (рис. 8.2). Для отображения двух флагов в одной позиции одновременно, каждое знакоместо разде-

лено на две части. Активный уровень сигнала индицируется закрашенным прямоугольником в соответствующей части позиции символа - верхней или нижней.

- *<u>Позиция 8</u> - флаги состояния входных сигналов «**Снятие блокировки**» и «**Разрешение задания**»,*
- *<u>Позиция 9</u> - флаги состояния выходных сигналов «**Готовность 1**» и «**Готовность 2**»,*
- *<u>Позиция 10</u> - флаги состояния программируемых индикаторов «**IND1**» и «**IND2**».*

Варианты отображения флагов состояния обменных сигналов показаны на рис.8.3.

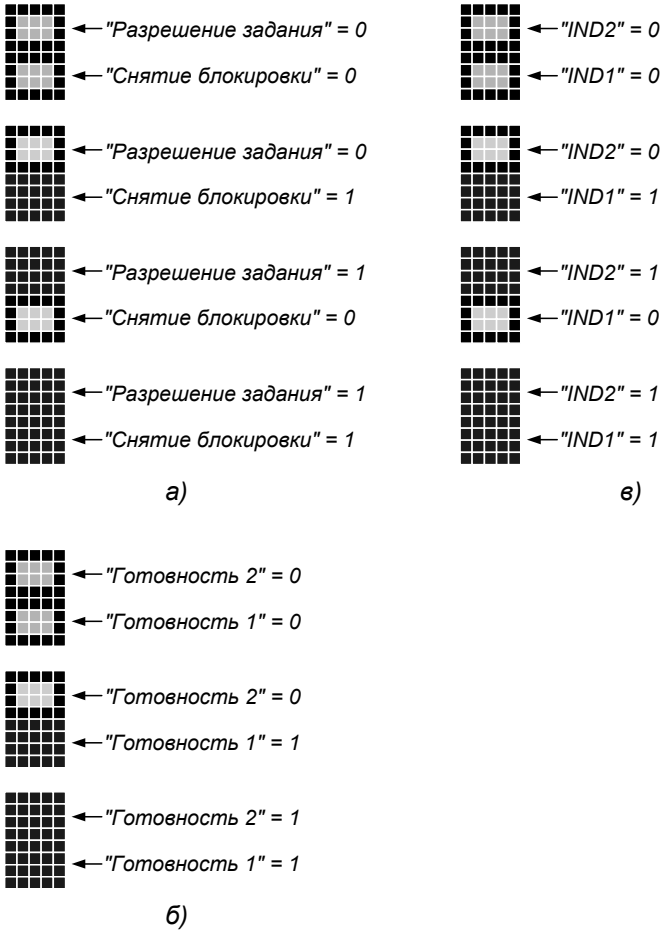


Рис. 8.3. Индикация флагов состояния обменных сигналов электропривода.

В позициях 12 ÷ 14 индицируются флаги режимов работы электропривода (рис. 8.2). Если соответствующие режимы не активизированы, в этих позициях отображается закрашенный прямоугольник (кроме позиции 14). При работе электропривода в каком-либо из нижеприведенных режимов в строке состояния индицируется соответствующий символ:

- *<u>Позиция 12</u>*

  ***f** - флаг разрешения сетевого управления,*
- *<u>Позиция 13</u>*

  ***s** - флаг активизации режима аварийного останова,*

  ***b** - флаг активизации режима ограничения темпа торможения,*

  ***g** - флаг активизации режима поиска частоты,*

  ***w** - флаг активизации режима самопитания,*

d *- флаг активизации режима динамического торможения,*

x *- флаг активизации режима внешнего токоограничения,*

a *- флаг включения режима автоматического определения параметров двигателя,*

c *- флаг включения циклограммы,*

k *- флаг включения режима синхрокоммутации,*

e *- флаг включения режима энергосбережения,*

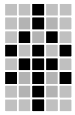
- *Позиция 14*

  m *- флаг режима работы с постоянным моментом,*

  p *- флаг перехода в режим работы с постоянной мощностью.*

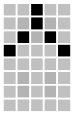
В позициях 16 ÷ 17 индицируются флаги состояния коммуникационных портов (рис. 8.2). Если за определенный отрезок времени получен хотя бы один кадр информации по одному из каналов связи, адресованный данному устройству, в соответствующей позиции индицируется символ, изображенный на рис.8.4,а, при отсутствии связи - символ, изображенный на рис.8.4,б.

- *Позиция 16 - флаг установления связи по каналу CAN,*
- *Позиция 17 - флаг установления связи по каналу RS-232/485.*



- Связь установлена

а)



- Связь отсутствует

б)

Рис. 8.4. Индикация флагов состояния коммуникационных портов.

- *В позиции 19 индицируется номер активного (выбранного пользователем) набора параметров (от 1 до 4).*
- *В позиции 20 индицируется номер редактируемого набора параметров (от 1 до 4). При этом в нижней строке отображается параметр соответствующего набора. Если происходит просмотр/редактирование общих (не входящих в состав отдельных наборов) параметров (например, главного меню), в данной позиции отображается закрашенный прямоугольник.*

∗ ***Строка индикации параметра.***

В данной строке отображается заголовок подменю или один из параметров меню, доступный пользователю для просмотра/редактирования (рис.8.2). Для каждого из параметров индицируются его имя, значение и единицы измерения, для меню - только заголовок.

Внимание!
Заголовки меню любого уровня отображаются только прописными буквами.
При включении питания в строке индикации параметра отображается заголовок меню или один из параметров, который отображался при последнем выключении.

8.2. Режимы работы пульта управления.

Возможна работа с пультом управления в следующих режимах:

- *режим выбора и просмотра параметра,*
- *режим редактирования параметра,*
- *режим управления пуском / остановом двигателя.*

В режиме выбора и просмотра параметра пользователь имеет возможность просматривать параметры текущего меню, а также переходить к просмотру параметров на выше- и нижестоящие уровни меню.

В режиме редактирования параметра пользователь имеет возможность изменять текущее значение выбранного параметра. При переходе в режим редактирования изображение значения параметра начинает мигать.

Большинство параметров доступно для редактирования только при соблюдении одного или двух следующих условий:

- *преобразователь заблокирован сбросом флага «**Снятие блокировки**»,*
- *установлено правильное значение пароля доступа к редактированию параметров.*

В режиме управления пуском / остановом двигателя пользователь имеет возможность разблокировать / заблокировать преобразователь и запустить / остановить двигатель.

8.3. Назначение кнопок клавиатуры.

Кнопки клавиатуры пульта управления обозначены следующими символами (рис 8.1):

▲ *- кнопка «**Вверх / Увеличить**»,*

▼ *- кнопка «**Вниз / Уменьшить**»,*

***СБРОС** - кнопка «**Сброс / Возврат**»,*

***РЕЖИМ / ВВОД** – кнопка «**Режим / Ввод**».*

Назначение кнопок зависит от режима работы пульта управления.

∗ *<u>В режиме выбора и просмотра параметра</u>:*

- *Кнопка «▲» - переход к просмотру предыдущего параметра текущего меню. При этом в строке индикации параметра будет отображаться значение этого параметра.*
- *Кнопка «▼» - переход к просмотру следующего параметра текущего меню. При этом в строке индикации параметра будет отображаться значение этого параметра.*

Внимание!
В пределах текущего меню (за исключением главного) переход от просмотра одного параметра к другому происходит по замкнутому кругу. В главном меню при достижении первой или последней строки нужно поменять направление перебора параметров.

- *Кнопка «**Режим / Ввод**» в данном режиме выполняет две функции:*

- *для редактируемых параметров нажатием кнопки вызывается режим редактирования, при этом поле значения параметра начинает мигать. Недоступные для редактирования параметры не изменяют своего состояния - переход в режим редактирования не происходит;*
- *для заголовков меню кнопка «**Режим / Ввод**» служит для входа в выбранное меню, после ее нажатия в строке индикации параметра будут отображаться параметры данного меню.*

- *Нажатие кнопки «**Сброс**» вызывает переход (возврат) из текущего меню к меню более высокого уровня.*

∗ *<u>В режиме редактирования параметра</u>:*

- *Кнопка «▲» - увеличение значения параметра, выбор предыдущего значения параметра из списка.*
- *Кнопка «▼» - уменьшение значения параметра, выбор следующего значения параметра из списка.*

Если параметр уже достиг своего предельного (максимального / минимального) значения, реакции на нажатие не происходит.

При одиночном нажатии на кнопки «▲» и «▼» происходит изменение параметра на одно дискретное значение. При удержании кнопки более секунды значение параметра начинает изменяться с автоматически нарастающей скоростью.

- *Кнопка «**Режим / Ввод**» в этом режиме служит для установки отредактированного значения параметра в качестве нового и перехода в режим выбора и просмотра параметра. При этом прекращается мигание поля значения параметра.*
- *Кнопка «**Сброс**» - отмена результата редактирования параметра и переход в режим выбора и просмотра параметра. При этом на дисплее будет отображаться значение параметра, установленное до входа в режим редактирования (старое значение).*

∗ *<u>В режиме управления пуском / остановом двигателя</u>:*

- *Одновременное нажатие кнопок «**Режим / Ввод**» и «▲» позволяет разблокировать преобразователь и произвести пуск двигателя в соответствии со сформированным заданием (действие аналогично установке логических сигналов «Снятие блокировки» и «Разрешение задания»).*
- *Одновременное нажатие кнопок «**Режим / Ввод**» и «▼» позволяет остановить двигатель с заданной интенсивностью и заблокировать преобразователь (действие аналогично последовательному сбросу логических сигналов «Разрешение задания» и «Снятие блокировки»).*

Управление пуском / остановом двигателя с пульта управления возможно, только если для любого из логических входов не назначена ни одна из аналогичных функций (1 - Снятие блокировки, 2 - Разрешение задания, 5 - Разрешение работы 1, 6 - Разрешение работы 2, см. описание меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЛОГИЧЕСКИЕ ВХОДЫ»).

Одновременное нажатие любых других комбинаций кнопок игнорируется.

9. Описание структуры и состава меню.

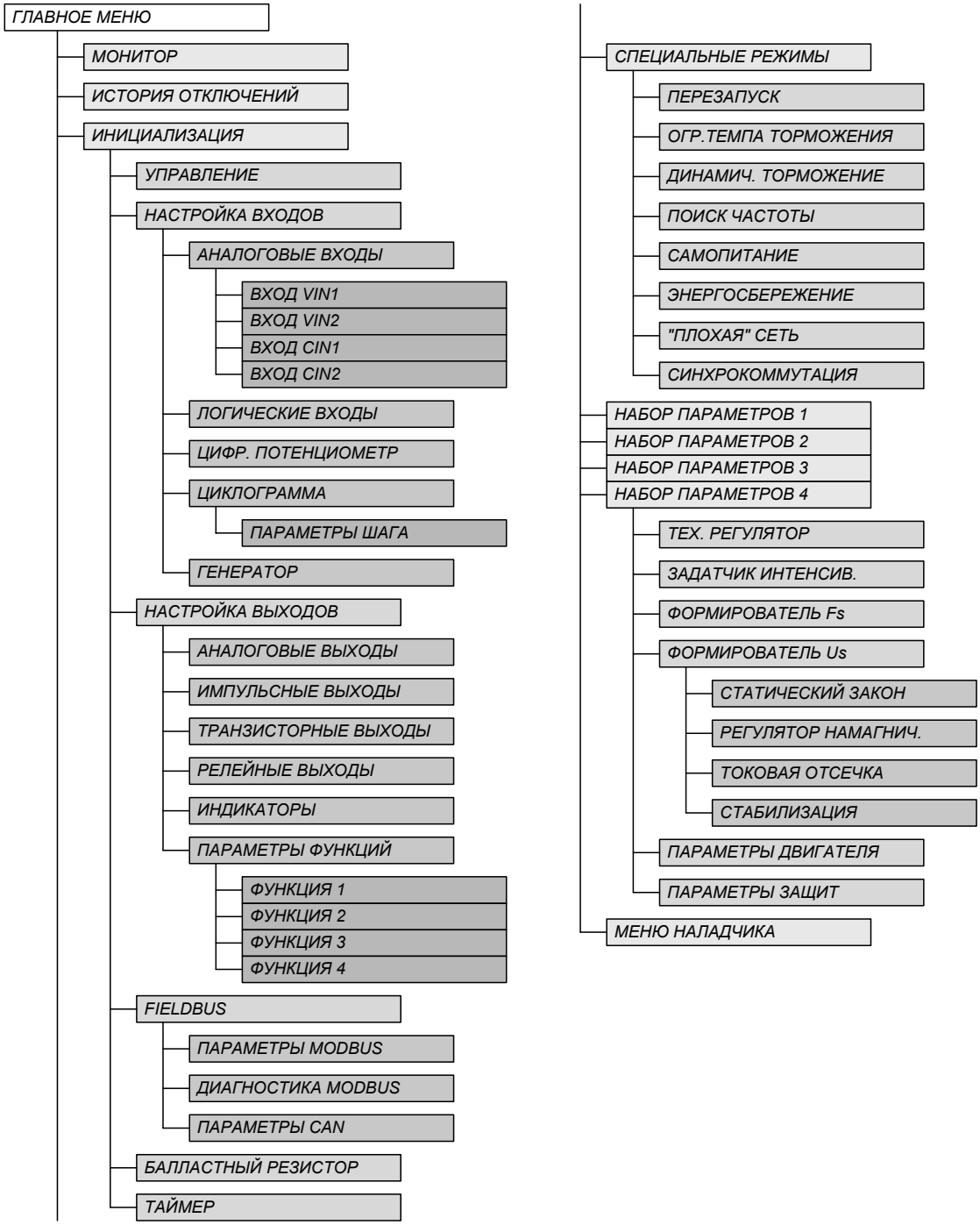


Рис. 9.1. Структура меню.

- *<u>ГЛАВНОЕ МЕНЮ</u> - содержит заголовки всех меню первого уровня.*
  - *<u>МОНИТОР</u> - меню содержит текущие значения основных переменных электропривода (не редактируются).*
  - *<u>ИСТОРИЯ ОТКЛЮЧЕНИЙ</u> - в меню сохраняется состояние флагов защит при 4 последних отключениях преобразователя.*

- *ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ - меню обеспечивает доступ к параметрам, определяющим настройки каналов управления, входов и выходов, режимов работы отдельных узлов и электропривода в целом.*
  - *УПРАВЛЕНИЕ - меню содержит параметры, определяющие конфигурацию комплексного управления.*
  - *НАСТРОЙКА ВХОДОВ - меню обеспечивает доступ к настройкам входных линий.*
    - *АНАЛОГОВЫЕ ВХОДЫ - меню обеспечивает доступ к настройкам аналоговых входов.*
      - *ВХОД VIN1 - меню содержит параметры настройки аналогового входа VIN1.*
      - *ВХОД VIN2 - меню содержит параметры настройки аналогового входа VIN2.*
      - *ВХОД CIN1 - меню содержит параметры настройки аналогового входа CIN1.*
      - *ВХОД CIN2 - меню содержит параметры настройки аналогового входа CIN2.*
    - *ЛОГИЧЕСКИЕ ВХОДЫ - меню содержит параметры настройки входных логических линий.*
    - *ЦИФРОВОЙ ПОТЕНЦИОМЕТР - меню содержит параметры программируемых ускорений и программируемых фиксированных уровней задания.*
    - *ЦИКЛОГРАММА - меню содержит общие параметры настройки циклограммы.*
      - *ПАРАМЕТРЫ ШАГА - меню содержит параметры шагов циклограммы.*
    - *ГЕНЕРАТОР - меню содержит параметры настройки функционального генератора.*
  - *НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ - меню обеспечивает доступ к настройкам выходных линий.*
    - *АНАЛОГОВЫЕ ВЫХОДЫ - меню содержит параметры настройки выходов ЦАП.*
    - *ИМПУЛЬСНЫЕ ВЫХОДЫ - меню содержит параметры настройки импульсных выходов.*
    - *ТРАНЗИСТОРНЫЕ ВЫХОДЫ - меню содержит параметры настройки транзисторных выходов.*
    - *РЕЛЕЙНЫЕ ВЫХОДЫ - меню содержит параметры настройки релейных выходов.*
    - *ИНДИКАТОРЫ - меню содержит параметры настройки программируемых индикаторов.*
    - *ПАРАМЕТРЫ ФУНКЦИЙ - меню обеспечивает доступ к параметрам программируемых функций для транзисторных и релейных выходов и индикаторов.*
      - *ФУНКЦИЯ 1 - меню содержит параметры программируемой функции 1*
      - *ФУНКЦИЯ 2 - меню содержит параметры программируемой функции 2*
      - *ФУНКЦИЯ 3 - меню содержит параметры программируемой функции 3*
      - *ФУНКЦИЯ 4 - меню содержит параметры программируемой функции 4*
  - *FIELDBUS - меню обеспечивает доступ к настройкам коммуникационных протоколов.*

    - *ПАРАМЕТРЫ MODBUS - меню содержит настройки протокола MODBUS.*
    - *ДИАГНОСТИКА MODBUS - меню содержит средства диагностики протокола MODBUS.*
    - *ПАРАМЕТРЫ CAN - меню содержит настройки протокола CAN.*
  - *БАЛЛАСТНЫЙ РЕЗИСТОР - меню содержит параметры балластного резистора и нормировочные константы для настройки его защиты.*
  - *ТАЙМЕР - меню обеспечивает доступ к установке календаря и часов реального времени.*
- *СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ - меню обеспечивает доступ к настройке специальных режимов работы электропривода.*
  - *ПЕРЕЗАПУСК - меню содержит параметры настройки функции автоматического повторного включения электропривода.*
  - *ОГР.ТЕМПА ТОРМОЖЕНИЯ - меню содержит параметры настройки режима ограничения темпа торможения.*
  - *ДИНАМИЧ. ТОРМОЖЕНИЕ - меню содержит параметры настройки режима динамического торможения.*
  - *ПОИСК ЧАСТОТЫ - меню содержит параметры настройки режима поиска частоты.*
  - *САМОПИТАНИЕ - меню содержит параметры настройки режима самопитания.*
  - *ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ - меню содержит параметры настройки режима энергосбережения.*
  - *«ПЛОХАЯ» СЕТЬ - меню содержит параметры настройки режима «Плохая сеть».*
  - *СИНХРОКОММУТАЦИЯ - меню содержит параметры настройки режима синхрокоммутации.*
- *НАБОР ПАРАМЕТРОВ 1 - меню обеспечивает доступ к 1-ому набору параметров электропривода.*
  - *ТЕХ. РЕГУЛЯТОР - меню содержит параметры настройки технологического регулятора.*
  - *ЗАДАТЧИК ИНТЕНСИВ. - меню содержит параметры задатчика интенсивности.*
  - *ФОРМИРОВАТЕЛЬ Fs - меню содержит параметры настройки канала формирования частоты напряжения статора.*
  - *ФОРМИРОВАТЕЛЬ Us - меню обеспечивает доступ к настройкам канала формирования напряжения статора.*
    - *СТАТИЧЕСКИЙ ЗАКОН - меню содержит параметры настройки формирователя статического закона управления.*
    - *РЕГУЛЯТОР НАМАГНИЧ.- меню содержит параметры настройки регулятора намагничивания.*
    - *ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА- меню содержит параметры настройки блока токовой отсечки.*

- *<u>СТАБИЛИЗАЦИЯ</u>- меню содержит параметры настройки блока стабилизации.*
- *<u>ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ</u> - меню содержит параметры двигателя, необходимые для работы системы управления.*
- *<u>ПАРАМЕТРЫ ЗАЩИТ</u> - меню содержит параметры защит электропривода.*

- *<u>НАБОР ПАРАМЕТРОВ 2</u> - меню обеспечивает доступ ко 2-ому набору параметров электропривода (состав меню аналогичен НАБОРУ ПАРАМЕТРОВ 1).*
- *<u>НАБОР ПАРАМЕТРОВ 3</u> - меню обеспечивает доступ к 3-ему набору параметров электропривода (состав меню аналогичен НАБОРУ ПАРАМЕТРОВ 1).*
- *<u>НАБОР ПАРАМЕТРОВ 4</u> - меню обеспечивает доступ к 4-ому набору параметров электропривода (состав меню аналогичен НАБОРУ ПАРАМЕТРОВ 1).*
- *<u>МЕНЮ НАЛАДЧИКА</u> - меню содержит дополнительные параметры, необходимые для наладки преобразователя в заводских условиях.*

При описании состава меню используются следующие атрибуты:

- заголовок меню

- не редактируемый параметр, служит только для отображения текущего значения переменной электропривода

- параметр доступен для редактирования только при блокировке преобразователя сбросом флага "Снятие блокировки"

- параметр доступен для редактирования только при вводе пароля пользователя

- параметр отображается только при вводе пароля пользователя

- параметр отображается только при вводе пароля наладчика

9.1. ГЛАВНОЕ МЕНЮ

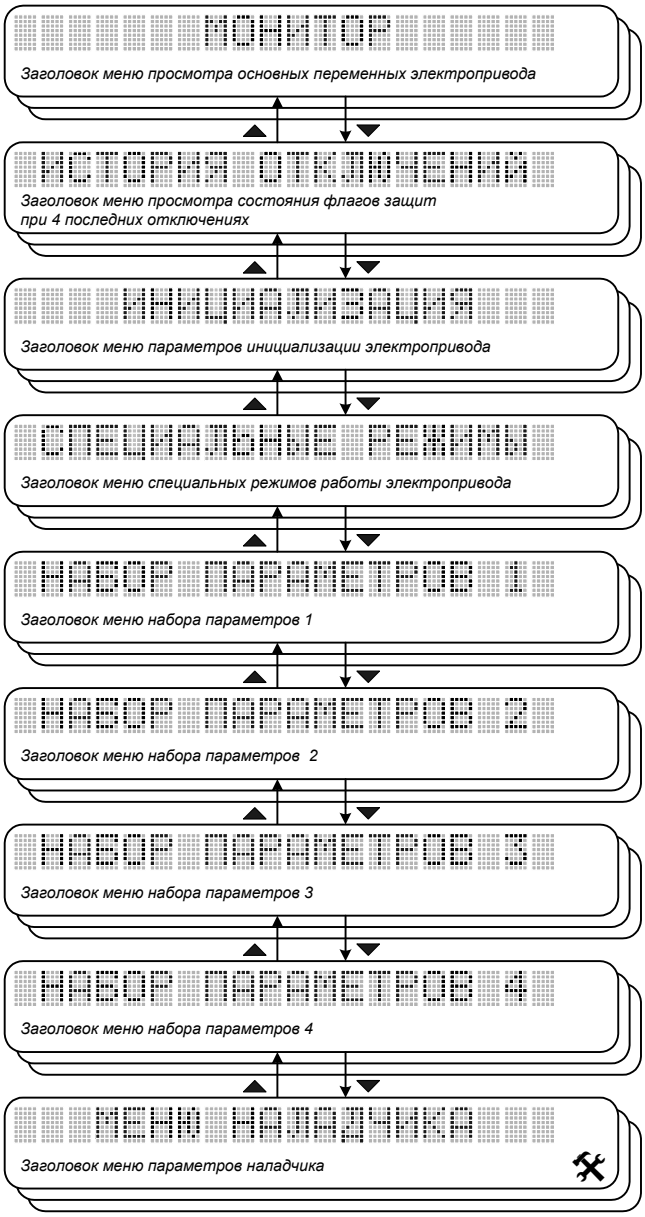


Рис. 9.2. Главное меню.

9.2. МОНИТОР

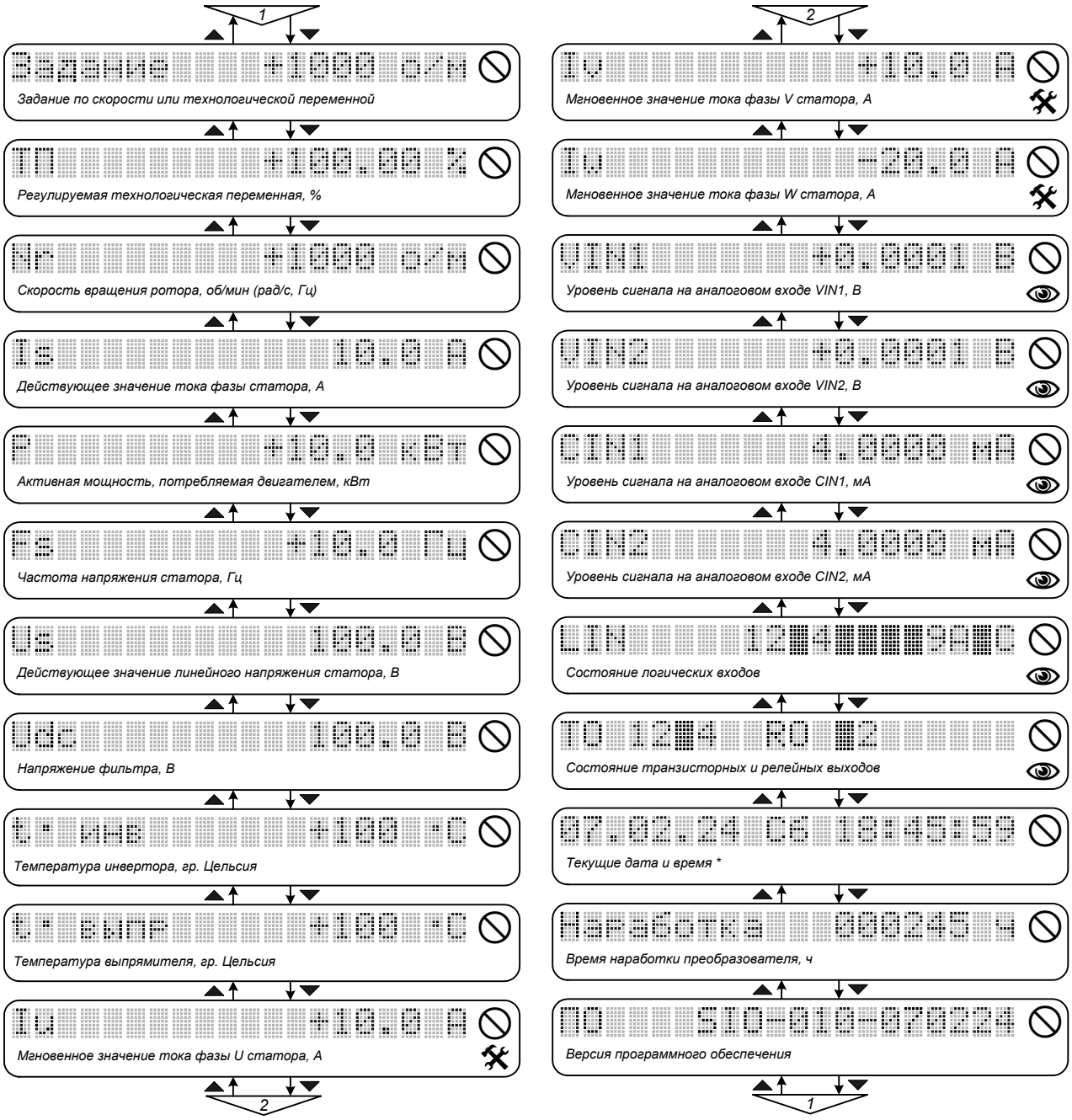


Рис. 9.3. Меню «Монитор».

- ***Задание*** *- «Задание по скорости или технологической переменной»*

Отображает текущее значение задания по скорости вращения ротора или регулируемой технологической переменной (выбор переменной внешнего контура регулирования определяется состоянием параметра ***ТехРегулятор*** *меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ТЕХ. РЕГУЛЯТОР» - см. описание меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ»). Параметр недоступен для редактирования.*

- ***ТП*** *- «Регулируемая технологическая переменная»*

Отображает текущее значение регулируемой технологической переменной, измеряемое датчиком обратной связи. Аналоговому входу, используемому для ввода сигнала, должна быть назначена функция составляющей обратной связи по технологической переменной ***ТП-*** *в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ». Показания технологического датчика отображаются корректно, только если работает контур регулирования технологической переменной (см. меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ТЕХ. РЕГУЛЯТОР»). В противном случае индицируется нулевое значение. Размерность - % (от максимального уровня сигнала обратной связи). Параметр недоступен для редактирования.*

- ***Nr*** *- «Скорость вращения ротора»*

Отображает текущее значение скорости вращения ротора двигателя. Параметр недоступен для редактирования.

- ***Is*** *- «Действующее значение тока фазы статора»*

Отображает текущее действующее значение фазного тока статора. Параметр недоступен для редактирования.

- ***P*** *- «Активная мощность, потребляемая двигателем»*

Отображает текущее значение активной мощности, потребляемой двигателем. Параметр недоступен для редактирования.

- ***Us*** *- «Действующее значение линейного напряжения статора»*

Отображает текущее действующее значение линейного напряжения статора. Параметр недоступен для редактирования.

- ***Udc*** *- «Напряжение фильтра»*

Отображает текущее значение напряжения на конденсаторах фильтра. Параметр недоступен для редактирования.

- ***t^0 инв*** *- «Температура инвертора»*

Отображает текущее значение температуры силового инвертора. Параметр недоступен для редактирования.

- ***t^0 выпр*** *- «Температура выпрямителя»*

Отображает текущее значение температуры силового выпрямителя. Параметр недоступен для редактирования.

- ***Iu*** *- «Мгновенное значение тока фазы U статора»*

Отображает текущее мгновенное значение тока фазы U статора. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля наладчика.

- ***Iv*** *- «Мгновенное значение тока фазы V статора»*

Отображает текущее мгновенное значение тока фазы V статора. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля наладчика.

- ***Iw*** *- «Мгновенное значение тока фазы W статора»*

Отображает текущее мгновенное значение тока фазы W статора. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля наладчика.

- ***VIN1*** *- «Уровень сигнала на аналоговом входе VIN1»*

Отображает текущий уровень сигнала на аналоговом входе VIN1. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля пользователя.

- ***VIN2*** *- «Уровень сигнала на аналоговом входе VIN2»*

Отображает текущий уровень сигнала на аналоговом входе VIN2. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля пользователя.

- ***CIN1*** *- «Уровень сигнала на аналоговом входе CIN1»*

Отображает текущий уровень сигнала на аналоговом входе CIN1. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля пользователя.

- ***CIN2*** *- «Уровень сигнала на аналоговом входе CIN2»*

Отображает текущий уровень сигнала на аналоговом входе CIN2. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля пользователя.

- ***LIN*** *- «Состояние логических входов»*

Отображает текущее состояние логических входов. Активный уровень сигнала на логическом входе индицируется символом, соответствующим номеру физической линии: LIN1 - 1, LIN2 - 2, …, LIN9 - 9, LIN10 - A, LIN11 - B, LIN12 - C. Пассивный уровень сигнала индицируется закрашенным прямоугольником в соответствующей позиции. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля пользователя.

- ***TO RO*** *- «Состояние транзисторных и релейных выходов»*

Отображает текущее состояние транзисторных и релейных выходов. Активное состояние выхода индицируется символом, соответствующим номеру физической линии: TO1 - 1, TO2 - 2, TO3 - 3, TO4 - 4, RO1 - 1, RO2 – 2 (см. меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ»). Пассивное состояние выхода индицируется закрашенным прямоугольником в соответствующей позиции. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля пользователя.

- ***07.02.24 Сб 18:45:59*** *- «Текущая дата и время»*

Отображает текущую дату и время. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только в исполнениях с установленным таймером реального времени. Установка производится в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / ТАЙМЕР». Формат представления - год.месяц.число день недели часы:минуты:секунды.

- ***Наработка*** *- «Время наработки преобразователя»*

Отображает текущее время наработки преобразователя. Параметр недоступен для редактирования. Используется для контроля графика проведения регламентных работ и замены узлов преобразователя.

- ***ПО*** *- «Версия программного обеспечения»*

Отображает версию программного обеспечения, загруженного в микроконтроллеры системы управления. Параметр недоступен для редактирования. Формат представления: тип устройства - номинальный выходной ток преобразователя (в амперах) - год. месяц. число.

Обозначение	**Тип устройства**
VIC	Векторный асинхронный электропривод с датчиком обратной связи по скорости
VSC	Векторный синхронный электропривод с датчиком обратной связи по скорости
VIO	Векторный асинхронный электропривод без датчика обратной связи по скорости
VSO	Векторный синхронный электропривод без датчика обратной связи по скорости
SIO	Асинхронный электропривод со скалярным управлением без датчика обратной связи по скорости
VR	Рекуператор с векторным управлением

9.3. ИСТОРИЯ ОТКЛЮЧЕНИЙ

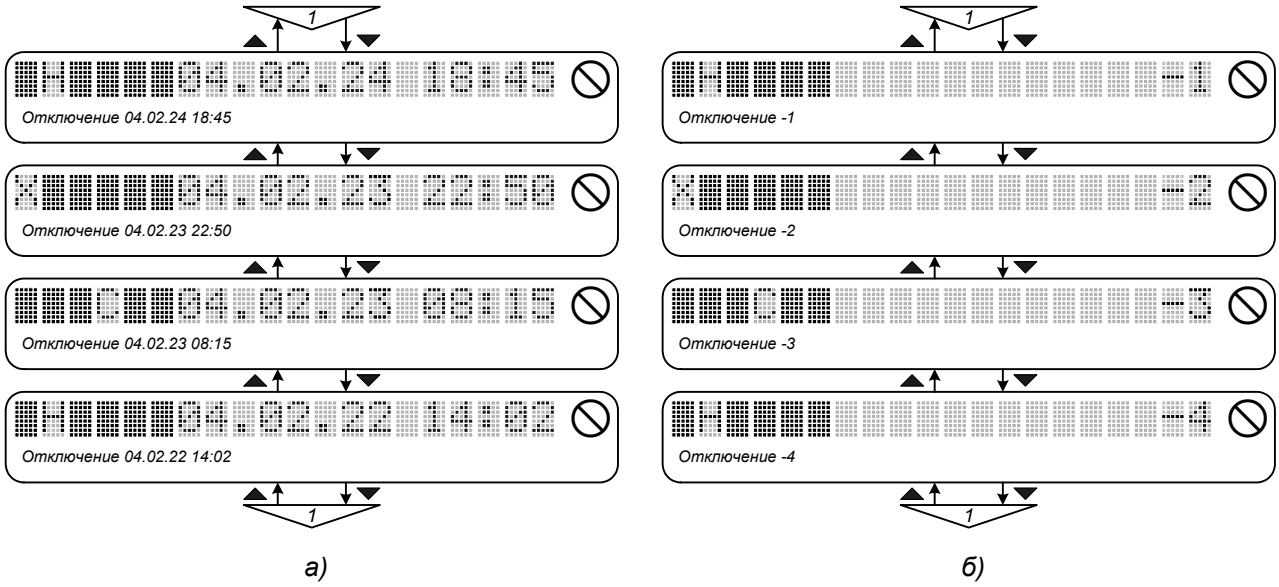


Рис. 9.4. Меню «История отключений» для исполнений ПЧ с таймером (а) и без таймера (б) реального времени.

В меню сохраняется состояние флагов защит при 4 последних отключениях. При входе в меню первой отображается строка с информацией о последнем отключении, затем - предпоследнем и т.д. Возможны 2 варианта формата представления данных:

∗ *В исполнениях с установленным таймером реального времени (Рис. 9.4,а):*

- *Позиции 1 ÷ 6 - состояние флагов защит при отключении,*
- *Позиции 7 ÷ 14 - дата отключения (год.месяц.число),*
- *Позиции 16 ÷ 20 - время отключения (часы:минуты).*

∗ *В исполнениях без таймера реального времени (Рис.9.4,б):*

- *Позиции 1 ÷ 6 - состояние флагов защит при отключении,*
- *Позиции 19 ÷ 20 - номер отключения (-1 – последнее, -2 – предпоследнее и т.д.).*

Параметры меню недоступны для редактирования.

9.4. ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ

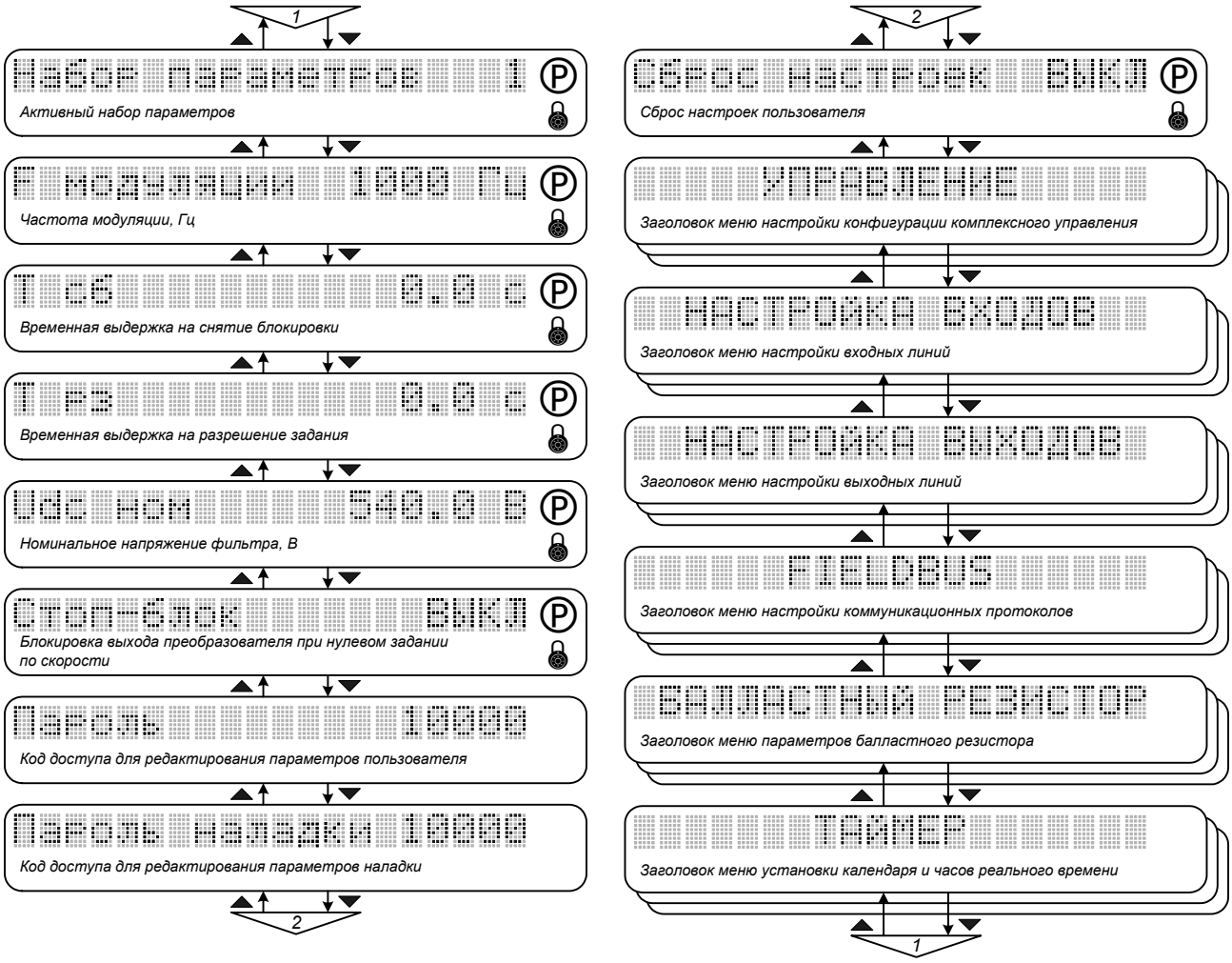


Рис. 9.5. Меню «Инициализация».

- ***Набор параметров*** *- «Активный набор параметров»*

Позволяет активизировать один из четырех возможных наборов параметров. Номер выбранного (активного) набора отображается также в позиции 19 строки индикации состояния (рис.8.2). Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя. Значение по умолчанию - 1. Активизировать нужный набор параметров можно также комбинацией сигналов на логических входах. Для этого двум логическим входам должны быть назначены соответствующие функции с номерами 15 и 16 (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЛОГИЧЕСКИЕ ВХОДЫ»).

- ***F модуляции*** *- «Частота модуляции»*

Определяет среднюю частоту переключений вентилей в фазе IGBT-инвертора. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя. Может быть установлен в пределах от 2500 до 16000 Гц с шагом 500 Гц. Значение по умолчанию - 5000 Гц. При увеличении частоты модуляции снижаются пульсации тока и уровень

шума двигателя. Следует учитывать, что при этом возрастают потери в инверторе и снижается перегрузочная способность преобразователя по току (см. раздел 3).

- ***Т сб** - «Временная выдержка на снятие блокировки»*

Определяет время реакции на установку флага «Снятие блокировки». Значение по умолчанию – 0 с. При вводе ненулевого значения выход преобразователя разблокируется с заданной выдержкой после установки флага «Снятие блокировки». Выдержка может быть необходима для исключения бросков тока при снятии и быстрой повторной подаче сигнала «Снятие блокировки». Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

- ***Т рз** - «Временная выдержка на разрешение задания»*

Определяет время реакции на установку флага «Разрешение задания». Значение по умолчанию – 0 с. При вводе ненулевого значения электропривод начинает отрабатывать текущее задание с установленной выдержкой после появления флага «Разрешение задания». Выдержка может быть необходима для нарастания поля и уменьшения броска тока при пуске двигателя. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

- ***Udc ном** - «Номинальное напряжение фильтра»*

Определяет номинальное значение напряжения на входе IGBT-инвертора. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя. Может быть установлен в пределах от 500 до 650 В. При питании преобразователя от трехфазной сети ~380 В устанавливается значение по умолчанию 540 В. При использовании рекуперативного блока устанавливается значение, соответствующее его выходному напряжению (номинальное значение 600 В). Параметр используется для расчета порога активизации узла сброса энергии торможения.

- ***Стоп-блок** - «Блокировка выхода преобразователя при нулевом задании по скорости»*

*Позволяет блокировать выход преобразователя при нулевом задании по скорости. Если функция включена (установлено значение параметра **ВКЛ**), то при нулевом задании по скорости двигатель останавливается с заданной интенсивностью, после чего выходное напряжение преобразователя отключается. При установке значения **ОТКЛ** двигатель после торможения остается под током. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.*

- ***Пароль** - «Код доступа для редактирования параметров пользователя»*

Содержит последнее установленное значение цифрового кода. Доступ к редактированию параметра не ограничен. Используется для защиты настроек электропривода от несанкционированного доступа установкой произвольного значения. Редактирование и отображение параметров, защищенных паролем пользователя, возможно только при вводе уникального кода, являющегося паролем и указанного в сопроводительной документации.

- ***Пароль наладки*** *- «Код доступа для редактирования параметров наладки»*

Содержит последнее установленное значение кода пароля. Доступ к редактированию параметра не ограничен. Используется для защиты заводских настроек преобразователя от несанкционированного доступа установкой произвольного значения. Редактирование и отображение параметров, защищенных паролем наладки, возможно только при вводе уникального кода. При этом также предоставляется доступ к редактированию параметров, защищенных паролем пользователя.

- ***Сброс настроек*** *- «Сброс настроек пользователя»*

Позволяет отменить все настройки, выполненные пользователем. При этом загружаются значения параметров по умолчанию (для данного типоразмера преобразователя). Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя. Значение по умолчанию - “ВЫКЛ”. Сброс настроек активизируется установкой значения параметра “ВКЛ”. Перевод параметра в исходное состояние производится системой управления автоматически.

9.5. УПРАВЛЕНИЕ

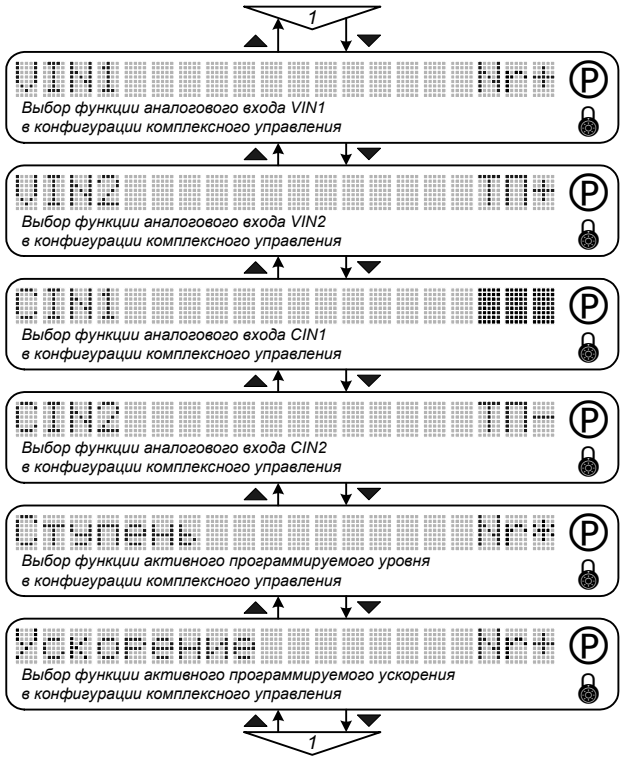


Рис. 9.6. Меню «Управление».

Меню позволяет выполнить настройку конфигурации комплексного управления для решения задачи регулирования той или иной переменной.

<u>Комплексное управление</u> - управление, формируемое в результате совместного использования сигналов с аналоговых и логических входов в требуемой для пользователя конфигурации. Элементами, формирующими комплексное управление, являются:

- ***VIN1, VIN2, CIN1, CIN2*** *- аналоговые входы (настраиваются в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / АНАЛОГОВЫЕ ВХОДЫ»),*
- ***СТУПЕНЬ*** *- программируемые уровни задания (настраиваются в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИФР. ПОТЕНЦИОМЕТР»),*
- ***УСКОРЕНИЕ*** *- программируемые ускорения (настраиваются в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИФР. ПОТЕНЦИОМЕТР»).*

Для каждого элемента в конфигурации комплексного управления может быть назначена одна из функций относительно переменной, регулируемой внешним контуром системы управления (рис. 9.7):

- ***Nr+*** *– составляющая задания по скорости,*
- ***Nr****** *– коэффициент масштабирования задания по скорости,*
- ***ТП+*** *– составляющая задания по технологической переменной,*
- ***ТП**** *– коэффициент масштабирования задания по технологической переменной,*

- ***ТП-*** *– составляющая отрицательной обратной связи по технологической переменной (только для аналоговых входов).*

Элементы, не используемые в конфигурации комплексного управления, следует перевести в пассивное состояние (в поле значения соответствующего параметра должны отображаться закрашенные прямоугольники).

Элементы комплексного управления, которым назначены функции, не относящиеся к переменной, регулируемой внешним контуром системы управления, игнорируются.

По умолчанию аналоговому входу VIN1 назначена функция задания по скорости ***Nr+****, остальные входы не используются.*

Для вычисления комплексного управления сначала производится сложение всех составляющих задания переменной внешнего контура регулирования (Nr или ТП) со знаком "+", умножение суммы на коэффициент масштабирования задания (составляющие со знаком "∗"), а затем вычитание из полученного результата составляющих обратной связи со знаком "-" (см. рис. 9.8).

Функцию масштабирования удобно использовать при необходимости изменения диапазона входного сигнала задания в процессе изменения условий работы электропривода без изменения настроек соответствующего входа (см. рис. 9.9).

Переменными внешнего контура регулирования могут быть скорость вращения ротора или технологическая переменная. Параметр ***ТехРегулятор*** *(меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ТЕХ. РЕГУЛЯТОР») определяет наличие в структуре системы управления технологического регулятора (см. табл. 9.1, рис.9.7).*

Таблица 9.1

Переменная внешнего контура регулирования	***Структура системы управления***	*Параметр* ***ТехРегулятор***
Скорость вращения ротора	*Технологический регулятор отключен*	*ВЫКЛ*
Технологическая переменная	*Технологический регулятор включен (обратная связь – технологический датчик через аналоговый интерфейс)*	*ВКЛ*

Если внешним контуром управления является контур регулирования технологической переменной, то сигнал отрицательной обратной связи вводится в систему управления через один или несколько аналоговых входов (соответствующим элементам назначается функция ***ТП-****).*

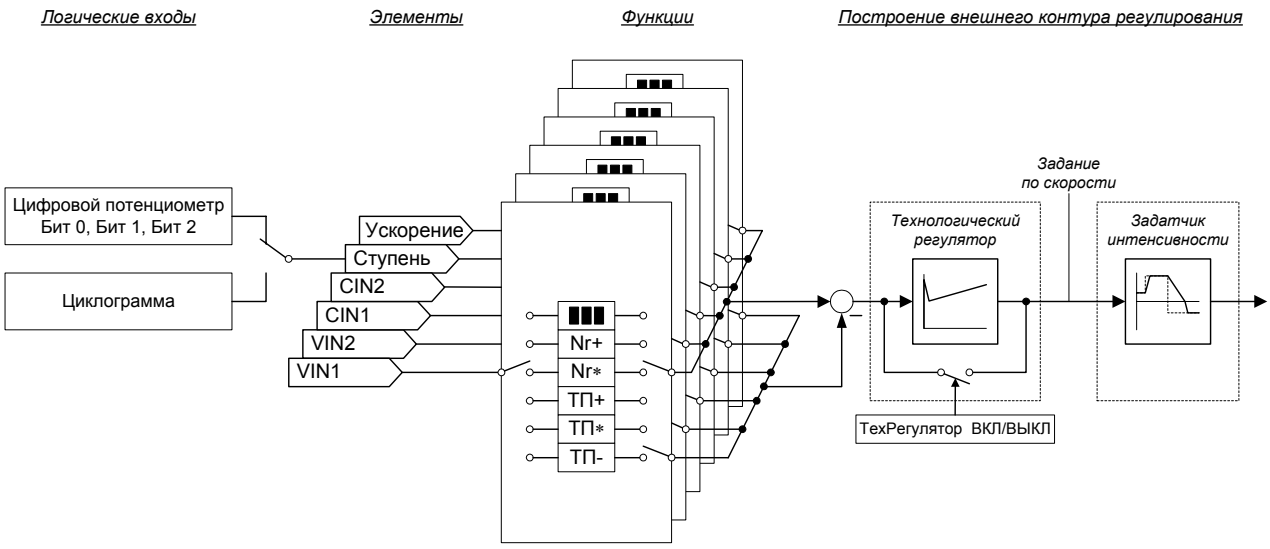
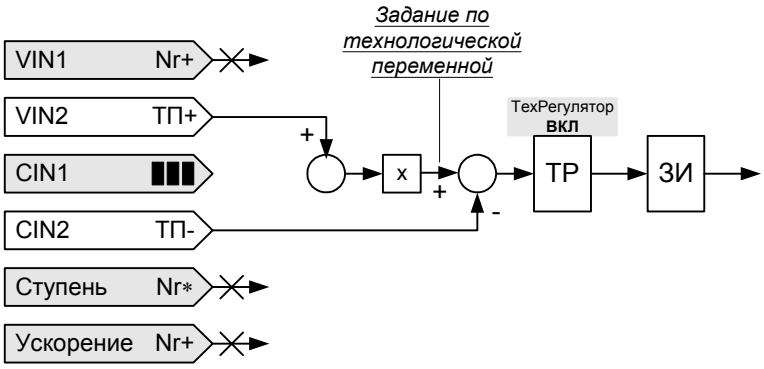


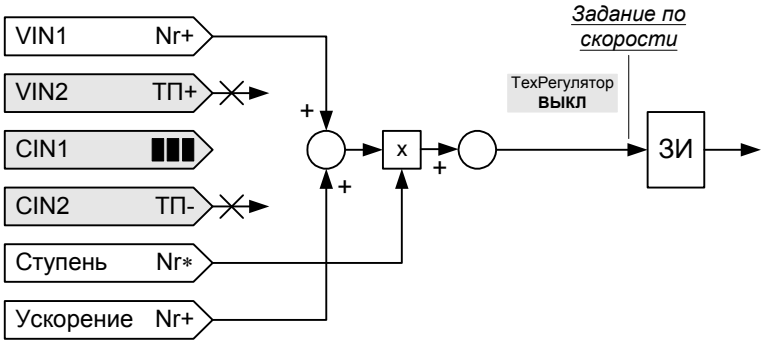
Рис. 9.7. Конфигурация комплексного управления.

На рис.9.8 приведены примеры конфигурации комплексного управления для структур с внешним контуром регулирования технологической переменной (а) и скорости (б). На рисунке приняты следующие обозначения:

- *ТР – технологический регулятор,*
- *ЗИ – задатчик интенсивности.*



а)



б)

Рис. 9.8. Примеры конфигурации комплексного управления.

На рис. 9.9 приведена временная диаграмма формирования задания по скорости, соответствующая конфигурации комплексного управления, показанной на рис. 9.8, б. Настройка аналогового входа VIN1 выполняется в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / АНАЛОГОВЫЕ ВХОДЫ / ВХОД VIN1». Программируемые уровни задания (ступени) выбираются комбинацией сигналов на логических входах LIN1-LIN3 (этим входам в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЛОГИЧЕСКИЕ ВХОДЫ» назначены функции 9, 10 и 11 соответственно). Программируемые ускорения активизируются логическими входами: в положительном направлении - LIN4, в отрицательном - LIN5 (этим входам в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЛОГИЧЕСКИЕ ВХОДЫ» назначены функции 13 и 14 соответственно).

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

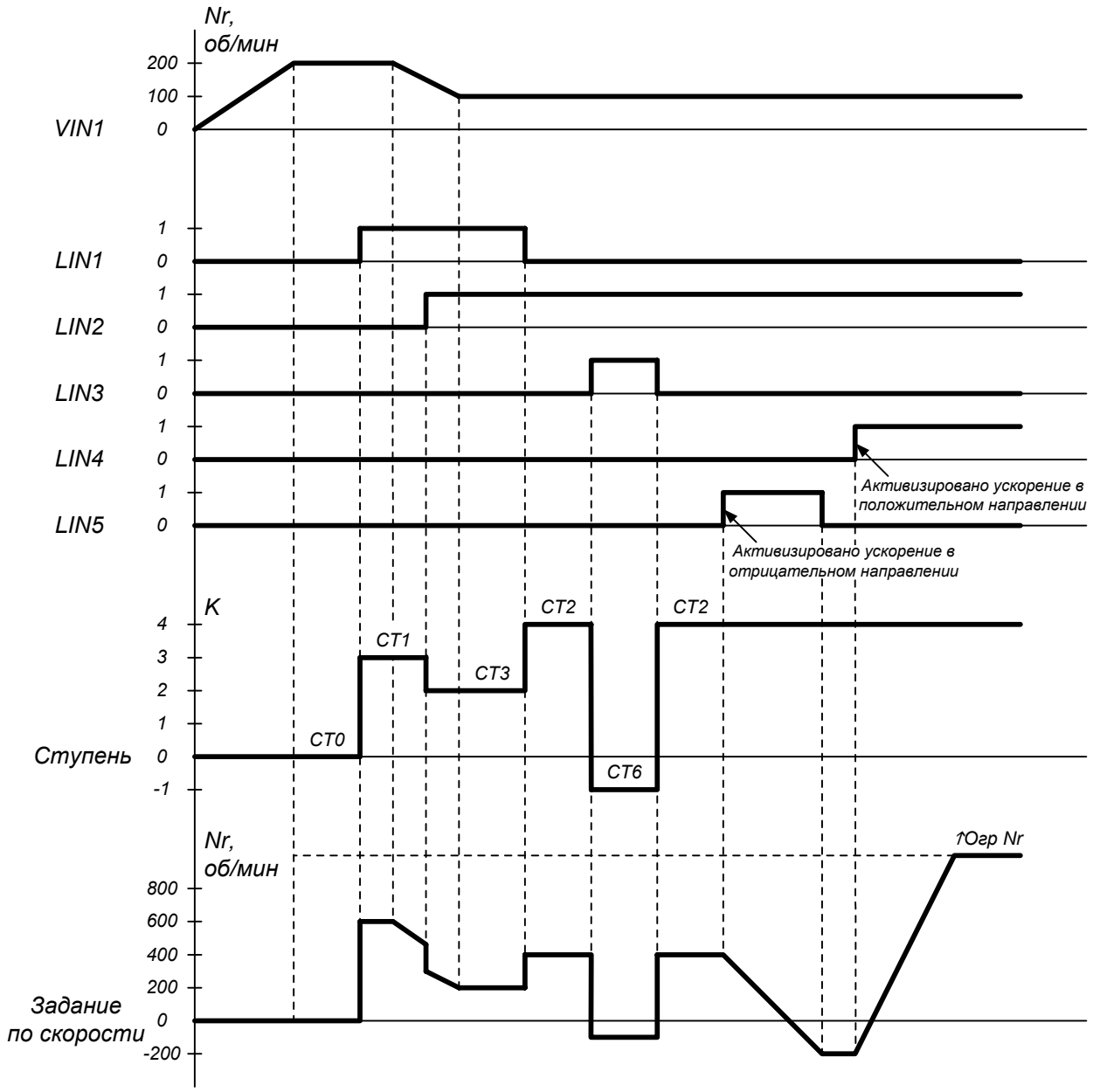


Рис. 9.9. Временная диаграмма формирования задания по скорости.

9.6. НАСТРОЙКА ВХОДОВ

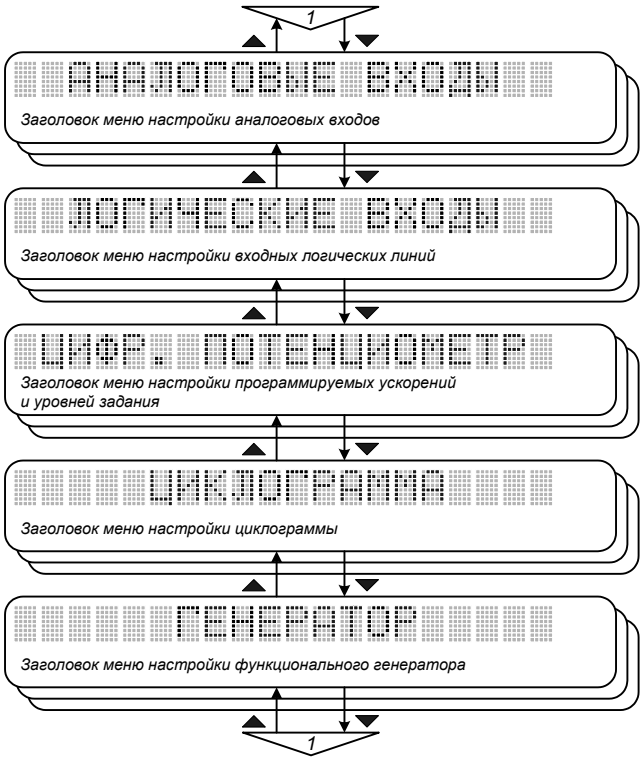


Рис. 9.10. Меню «Настройка входов».

Меню содержит настройки аналоговых входов, входных логических линий, программируемых ускорений и уровней задания, циклограммы, функционального генератора.

9.7. АНАЛОГОВЫЕ ВХОДЫ

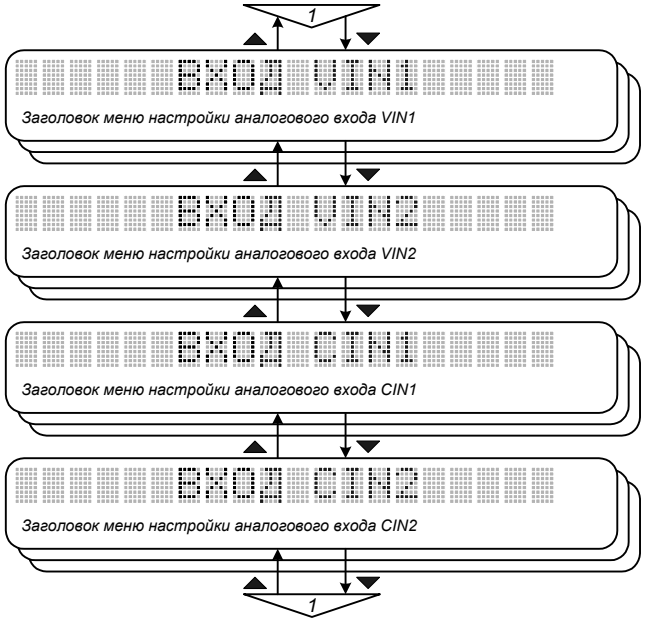


Рис. 9.11. Меню «Аналоговые входы».

Меню содержит настройки аналоговых входов VIN1, VIN2, CIN1, CIN2.

9.8. ВХОД VIN1 (ВХОД VIN2, ВХОД CIN1, ВХОД CIN2)

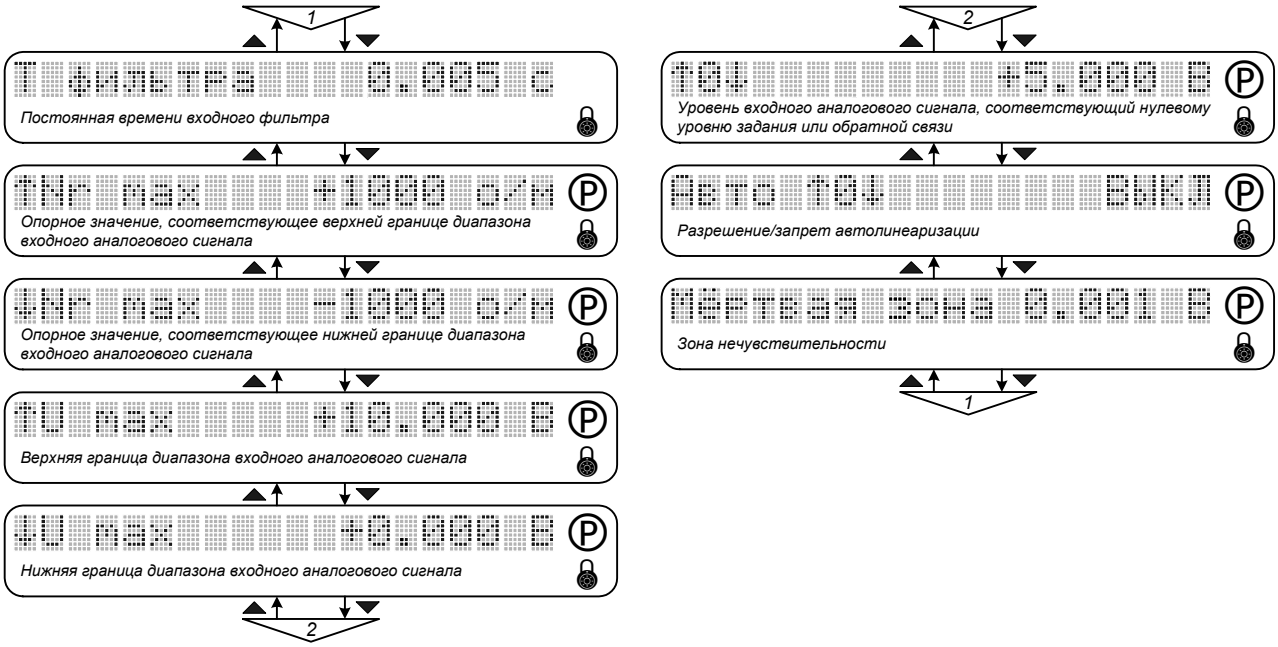


Рис. 9.12. Меню «Вход VIN1».

Параметры меню используются для настройки аналогового входа путем формирования желаемой зависимости задающего воздействия или обратной связи от уровня входного аналогового сигнала (рис.9.13).

Меню «ВХОД VIN1», «ВХОД VIN2», «ВХОД CIN1» и «ВХОД CIN2» аналогичны, их состав рассмотрен на примере меню «ВХОД VIN1»:

- ***T фильтра** - «Постоянная времени входного фильтра»*

Определяет значение постоянной времени программного фильтра входного аналогового сигнала. Для отключения фильтра необходимо установить значение параметра 0. Параметр доступен для редактирования при вводе пароля пользователя. Может быть установлен в пределах от 0 до 0.5 с, шаг - 0.005 с. Значение по умолчанию - 0.005 с.

- ***↑Nr max** - «Опорное значение, соответствующее верхней границе диапазона входного аналогового сигнала»*
- ***↓Nr max** - «Опорное значение, соответствующее нижней границе диапазона входного аналогового сигнала»*

Определяют уровни задания или обратной связи, соответствующие верхней и нижней границам диапазона нормированного входного аналогового сигнала (рис.9.13). Имена параметров и их размерности автоматически переводятся в состояния, приведенные в таблице 9.2, в соответствии с функцией, назначенной данному входу в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ».

Таблица 9.2

Функция	Описание	Имена параметров	Размерность
Nr+	Составляющая задания по скорости	**↑Nr max, ↓Nr max**	об/мин
ТП+	Составляющая задания по технологической переменной	**↑ТП max, ↓ТП max**	% от максимального уровня сигнала обратной связи
Nr*, ТП*	Коэффициент масштабирования задания по скорости или технологической переменной	**↑K max, ↓K max**	безразмерный
ТП-	Составляющая отрицательной обратной связи по технологической переменной	**↑ТП max, ↓ТП max**	% от максимального уровня сигнала обратной связи

Параметры доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

- ***↑U max** - «Верхняя граница диапазона входного аналогового сигнала»*
- ***↓U max** - «Нижняя граница диапазона входного аналогового сигнала»*

*Определяют верхнюю и нижнюю границы диапазона нормированного входного аналогового сигнала. Имена параметров для меню «ВХОД VIN1» и «ВХОД VIN2» - **↑U max** и **↓U max**, размерность - Вольт. Для меню «ВХОД CIN1» и «ВХОД CIN2» - **↑I max** и **↓I max**, размерность – мА. Параметры доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя. Могут быть установлены в пределах от -10 В до +10 В с шагом 0.001 В (для меню «ВХОД VIN1» и «ВХОД VIN2»), от 4 мА до 20мА с шагом 0.001 мА (для меню «ВХОД CIN1» и «ВХОД CIN2»).*

- ***↑0↓** - «Уровень входного аналогового сигнала, соответствующий нулевому уровню задания или обратной связи»*

Определяет уровень входного аналогового сигнала, соответствующий нулевому уровню задания или обратной связи. Может быть использован для получения несимметричной зависимости задающего воздействия от уровня входного аналогового сигнала. Если при использовании аналогового входа для ввода сигнала обратной связи реальная физическая величина не меняет знак, то следует установить значение параметра, соответствующее нижней границе диапазона входного сигнала. Для меню «ВХОД VIN1» и «ВХОД VIN2» параметр имеет размерность Вольт, для меню «ВХОД CIN1» и «ВХОД CIN2» - миллиампер. Может быть установлен в пределах от -10 В до +10 В с шагом 0.001 В (для меню «ВХОД VIN1» и «ВХОД VIN2»), от 4 мА до 20 мА с шагом 0.001 мА (для меню «ВХОД CIN1» и «ВХОД CIN2»). Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

- ***Авто ↑0↓** - «Разрешение / запрет автолинеаризации»*

Позволяет включить / выключить режим автоматической линеаризации зависимости задающего воздействия или обратной связи от уровня входного аналогового сигнала между опорными

точками. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя. Значение по умолчанию - ВКЛ.

- ***<u>Мертвая зона</u>*** *- <u>«Зона нечувствительности»</u>*

*Определяет диапазон изменения входного аналогового сигнала, соответствующий нулевому уровню задания или обратной связи. Параметр устанавливает величину горизонтального отрезка характеристики, который расположен симметрично относительно точки, заданной параметром ↑**0**↓ (рис.9.13). Может быть установлен в пределах от 0 В до 20 В с шагом 0.001 В (для меню «ВХОД VIN1» и «ВХОД VIN2»), от 0 мА до 16 мА с шагом 0.001 мА (для меню «ВХОД CIN1» и «ВХОД CIN2»). Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.*

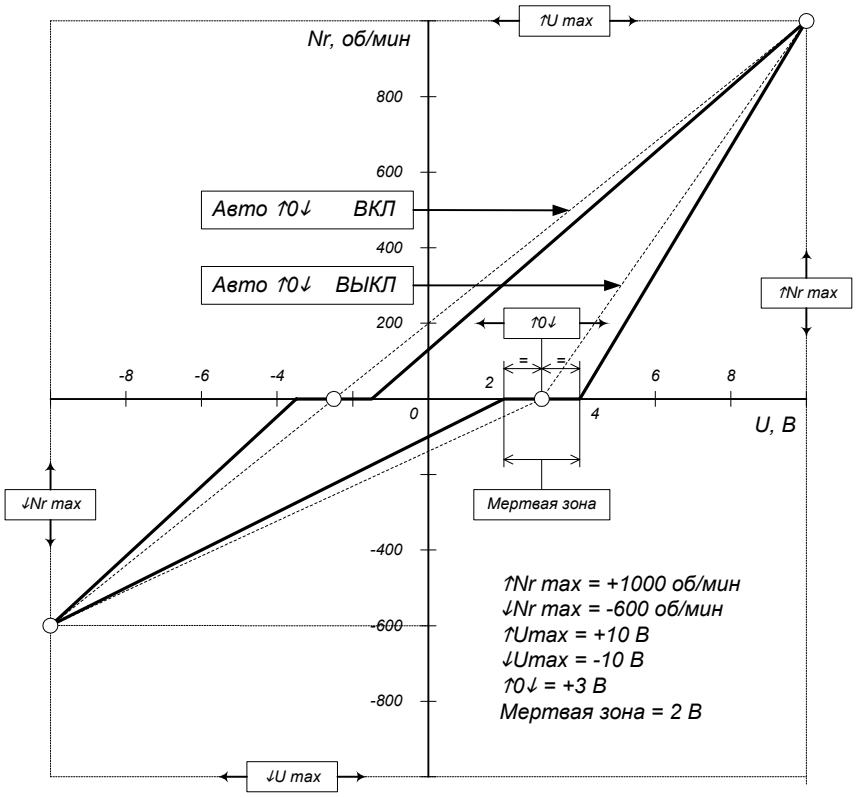


Рис. 9.13. Формирование зависимости задающего воздействия от уровня входного аналогового сигнала.

9.9. ЛОГИЧЕСКИЕ ВХОДЫ

Рис. 9.14. Меню «Логические входы».

Назначение логических входов может быть запрограммировано пользователем. С помощью данного меню для каждого логического входа (LIN1 ÷ LIN12) выбирается номер функции из списка:

№	Наименование функции	Описание
1	Снятие блокировки	Снятие сигнала блокирует выход преобразователя, двигатель останавливается свободным выбегом
2	Разрешение задания	Подача сигнала разрешает отработку электроприводом текущего задания
3	Сброс защит – импульс	Подача импульсного сигнала сбрасывает флаги сработавших защит
4	Реверс задания	Подача сигнала инвертирует текущее задание
5	Разрешение работы 1 (= Снятие блокировки + Разрешение задания)	Подача сигнала аналогична одновременной установке флагов «Снятие блокировки» и «Разрешение задания». При снятии сигнала происходит блокировка выхода преобразователя и останов двигателя выбегом
6	Разрешение работы 2 (= Снятие блокировки + Разрешение задания)	Подача сигнала аналогична одновременной установке флагов «Снятие блокировки» и «Разрешение задания». При снятии сигнала происходит торможение двигателя с установленной интенсивностью и последующая блокировка выхода преобразователя
7		Зарезервирована
8	Аварийный останов	Подача сигнала вызывает останов двигателя с максимальной интенсивностью
9	Бит 0 выбора программируемого уровня задания	Комбинация сигналов вызывает отработку ступеней задания, программируемых с помощью меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИФР. ПОТЕНЦИОМЕТР»
10	Бит 1 выбора программируемого уровня задания	
11	Бит 2 выбора программируемого уровня задания	
12	Бит 3 выбора программируемого уровня задания	
13	Активизация программируемого ускорения в положительном направлении	Подача сигнала активизирует ускорение в положительном направлении, программируемое с помощью меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИФР. ПОТЕНЦИОМЕТР»

14	*Активизация программируемого ускорения в отрицательном направлении*	*Подача сигнала активизирует ускорение в отрицательном направлении, программируемое с помощью меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИФР. ПОТЕНЦИОМЕТР»*		
15	*Бит 0 выбора активного набора параметров*	*Комбинация сигналов определяет выбор активного набора параметров:*		
		Бит 1	*Бит 0*	*Номер активного набора параметров*
16	*Бит 1 выбора активного набора параметров*	*0*	*0*	*1*
		0	*1*	*2*
		1	*0*	*3*
		1	*1*	*4*
17	*Блокировка технологического регулятора*	*Подача сигнала блокирует технологический регулятор, привод отрабатывает задание по скорости*		
18	*Блокировка входа VIN1*	*Подача логического сигнала блокирует обработку соответствующего аналогового входа, исключает его из конфигурации комплексного управления*		
19	*Блокировка входа VIN2*			
20	*Блокировка входа CIN1*			
21	*Блокировка входа CIN2*			
22	*Динамическое торможение*	*Подача сигнала включает режим динамического торможения при выборе внешней активизации режима (меню «СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ / ДИНАМИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ»)*		
23	*Переход на сеть*	*Подача сигнала активизирует переключение питания асинхронного двигателя от ПЧ к сети в режиме синхрокоммутации (меню «СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ / СИНХРОКОММУТАЦИЯ»), при снятии сигнала происходит обратный переход от сети к ПЧ*		
24	*Циклограмма*	*Подача сигнала активизирует отработку электроприводом программируемого циклического алгоритма (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА»)*		

Неиспользуемые входы должны быть переведены в пассивное состояние (в поле значения функции соответствующего входа отображаются закрашенные прямоугольники). Любая функция может быть назначена только одному из логических входов, поэтому выбор данной функции для каждого последующего входа переводит предыдущий вход в пассивное состояние.

По умолчанию логическим входам назначены следующие функции:

- *LIN1 - снятие блокировки (1),*
- *LIN2 - разрешение задания (2),*
- *LIN3 - сброс защит (3),*
- *LIN4 - реверс задания (4), остальные входы не используются.*

Меню доступно для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.10. ЦИФРОВОЙ ПОТЕНЦИОМЕТР

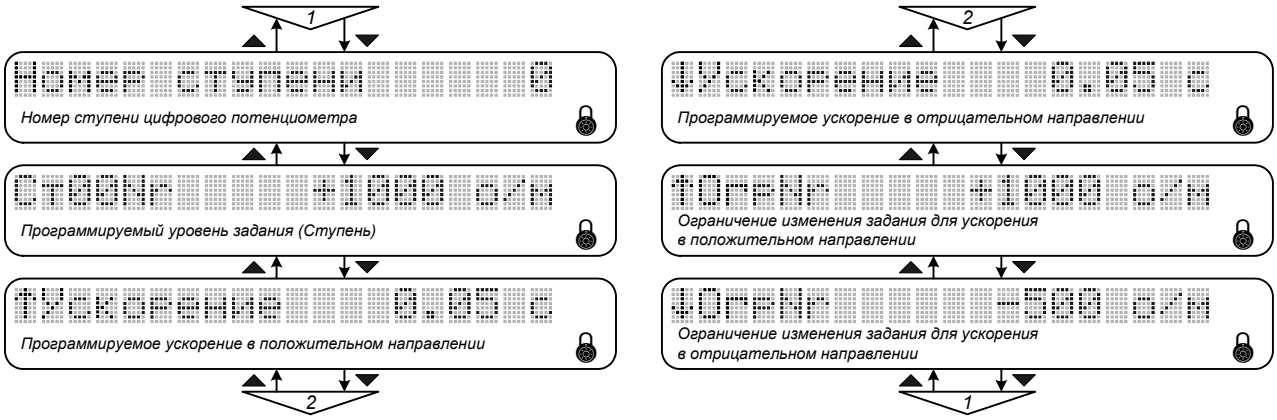


Рис. 9.15. Меню «Цифр. потенциометр».

- ***Номер ступени*** *- «Номер ступени цифрового потенциометра»*

Задает номер ступени цифрового потенциометра, параметры которой отображаются и редактируются с помощью следующей строки меню. Могут быть установлены значения от 0 до 15. Параметр доступен для редактирования при вводе пароля пользователя.

- ***Ст****xx****Nr*** *- «Программируемый уровень задания (Ступень)»*

Определяет уровень задания по скорости, технологической переменной или коэффициент масштабирования, соответствующий Ступени с заданным номером. Параметр доступен для редактирования при вводе пароля пользователя. Размерность для задания по скорости - об/мин, технологической переменной - % от максимального уровня сигнала обратной связи, коэффициент масштабирования безразмерный.

Для того чтобы включить программируемые уровни в качестве составляющей задания в конфигурацию комплексного управления, необходимо выбрать их функцию с помощью параметра ***Ступень*** *(меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ»). В качестве функции могут быть выбраны: задание по скорости, технологической переменной или коэффициент масштабирования задания.*

Ступень активизируется формированием соответствующей комбинации сигналов на логических входах, для которых назначена функция «Бит выбора программируемого уровня задания» (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЛОГИЧЕСКИЕ ВХОДЫ») - см. табл. 9.3.

Если одна из функций «Бит выбора программируемого уровня задания» не назначена ни для одного из логических входов, то при выборе активной ступени значение этого бита считается равным нулю.

Ступени могут использоваться в качестве задания при отработке циклограммы (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА»). В этом случае состояние логических входов, для которых назначены функции выбора программируемых уровней задания, игнорируется.

Таблица 9.3

Активная ступень	**Состояние входных линий ***			
	Бит 3	*Бит 2*	*Бит 1*	*Бит 0*
Ступень 0	*0*	*0*	*0*	*0*
Ступень 1	*0*	*0*	*0*	*1*
Ступень 2	*0*	*0*	*1*	*0*
Ступень 3	*0*	*0*	*1*	*1*
Ступень 4	*0*	*1*	*0*	*0*
Ступень 5	*0*	*1*	*0*	*1*
Ступень 6	*0*	*1*	*1*	*0*
Ступень 7	*0*	*1*	*1*	*1*
Ступень 8	*1*	*0*	*0*	*0*
Ступень 9	*1*	*0*	*0*	*1*
Ступень 10	*1*	*0*	*1*	*0*
Ступень 11	*1*	*0*	*1*	*1*
Ступень 12	*1*	*1*	*0*	*0*
Ступень 13	*1*	*1*	*0*	*1*
Ступень 14	*1*	*1*	*1*	*0*
Ступень 15	*1*	*1*	*1*	*1*

** Единичному значению соответствует активный уровень сигнала на входной линии.*

- ***↑Ускорение** - «Программируемое ускорение в положительном направлении»*
- ***↓Ускорение** - «Программируемое ускорение в отрицательном направлении»*

Определяют интенсивности изменения задания по скорости, технологической переменной или коэффициента масштабирования в положительном и отрицательном направлениях. Задаются временем нарастания от 0 до номинального значения - для задания по скорости, от 0 до 100% - для задания по технологической переменной, от 0 до 100 - для коэффициента масштабирования задания. Могут быть установлены в пределах от 0 до 3000 с, шаг - 0.05 с. Значение по умолчанию - 0.5 с. Параметры доступны для редактирования при вводе пароля пользователя.

*Для того чтобы включить программируемые ускорения в качестве составляющей задания в конфигурацию комплексного управления, необходимо выбрать их функцию с помощью параметра **Ускорение** (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ»). В качестве функции могут быть выбраны: задание по скорости, технологической переменной или коэффициент масштабирования задания.*

Ускорение активизируется подачей сигнала на соответствующий логический вход, для которого назначена одна из функций: «Активизация программируемого ускорения в положительном направлении» или «Активизация программируемого ускорения в отрицательном направлении» (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЛОГИЧЕСКИЕ ВХОДЫ»). При наличии активного уровня сигнала привод отрабатывает линейное изменение задания до достижения максимального уровня, определяемого параметрами ***↑ОгрNr*** *или* ***↓ОгрNr****. Одновременная подача сигналов на этих входах считается запрещенной комбинацией, реакции на нее не происходит.*

- ***↑ОгрNr*** *- «Ограничение изменения задания для ускорения в положительном направлении»*
- ***↓ОгрNr*** *- «Ограничение изменения задания для ускорения в отрицательном направлении»*

Устанавливают ограничения изменения задания по скорости, технологической переменной или коэффициента масштабирования в положительном и отрицательном направлениях при активизации программируемых ускорений. Имена параметров и их размерности автоматически переводятся в состояния, приведенные в таблице 9.4, в соответствии с функцией, назначенной программируемым ускорениям в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ»). Параметры доступны для редактирования при вводе пароля пользователя.

Таблица 9.4

Функция	***Описание***	***Имена параметров***	***Размерность***
Nr+	*Составляющая задания по скорости*	***↑ОгрNr, ↓ОгрNr***	*об/мин*
ТП+	*Составляющая задания по технологической переменной*	***↑ОгрТП, ↓ОгрТП***	*% от максимального уровня сигнала обратной связи*
Nr*, ТП*	*Коэффициент масштабирования задания по скорости или технологической переменной*	***↑ОгрК, ↓ОгрК***	*безразмерный*

9.11. ЦИКЛОГРАММА

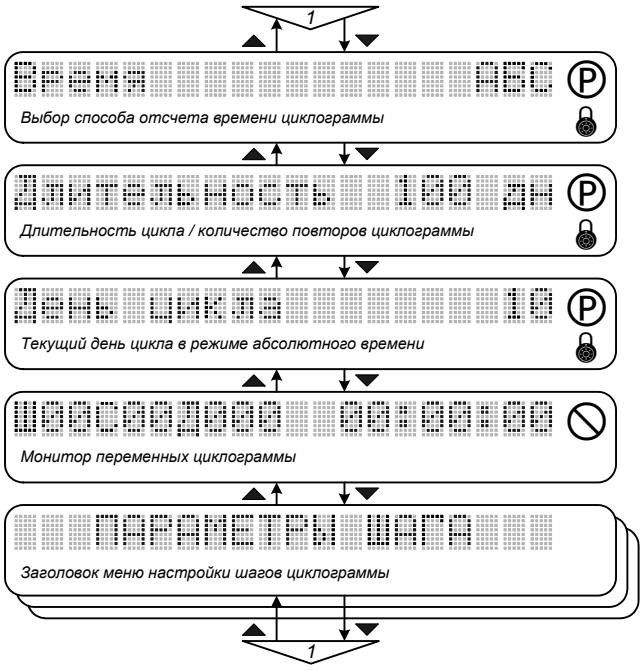


Рис. 9.16. Меню «Циклограмма».

*Циклограмма служит для реализации циклического алгоритма работы электропривода путем программирования последовательных временн**ы**х интервалов (шагов) с фиксированными уровнями задания. При отработке циклограммы в качестве задания используются программируемые уровни (ступени) цифрового потенциометра (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИФР. ПОТЕНЦИОМЕТР»). Для каждого шага циклограммы может быть выбрана любая из ступеней.*

*Циклограмма может использоваться совместно с другими источниками формирования управляющих воздействий в качестве составляющей комплексного управления. При этом в конфигурации комплексного управления для циклограммы используется функция, назначенная программируемым уровням задания с помощью параметра **Ступень** в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ». В качестве функции могут быть выбраны: задание по скорости, технологической переменной или коэффициент масштабирования задания.*

*Для включения циклограммы в комплексное управление одному из логических входов назначается функция 24 - «Циклограмма» (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЛОГИЧЕСКИЕ ВХОДЫ»). При этом состояние логических входов, для которых были назначены функции выбора программируемых уровней задания (9, 10, 11), игнорируется. После выбора функции «Циклограмма» для одного из логических входов в позиции 13 строки состояния индицируется флаг **с** (циклограмма включена). Для запуска циклограммы необходимо сформировать сигналы «Циклограмма», «Снятие блокировки», «Разрешение задания». При отработке циклограммы флаг **с** начинает мигать.*

- ***Время*** *- «Выбор способа отсчета времени циклограммы»*

Позволяет выбрать способ отсчета временных интервалов при отработке циклограммы. Возможные значения параметра: АБС (по умолчанию) и ОТН.

Если установлено значение ***АБС****, выбирается режим абсолютного времени. В этом режиме переключение шагов циклограммы выполняется в соответствии с показаниями часов реального времени. Поэтому для использования режима абсолютного времени необходимо включить таймер реального времени (установить значение ВКЛ параметра* ***Таймер*** *в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / ТАЙМЕР»).*

В режиме абсолютного времени задается длительность одного цикла (в днях), при этом количество циклов отработки циклограммы не ограничено. Привязка циклограммы к календарным дням может быть выполнена с помощью параметра ***День цикла****. Для каждого шага циклограммы программируются: цифровой уровень задания, момент времени включения шага (в пределах суток), а также интервал времени (начальный и конечный день) в пределах одного цикла, в который данный шаг активизируется.*

При выборе значения ***ОТН*** *(режим относительного времени) для отсчета временных интервалов используется внутренний таймер, не синхронизированный с часами реального времени. Все включенные шаги циклограммы выполняются последовательно в порядке возрастания их номеров.*

В режиме относительного времени количество повторов циклограммы (длительность в циклах) может быть установлено в пределах от 1 до 254, либо циклограмма может отрабатываться неограниченное число раз. Для каждого шага циклограммы должны быть заданы: цифровой уровень задания, время выполнения шага.

При сбросе сигналов «Снятие блокировки», «Разрешение задания» отработка циклограммы приостанавливается, отсчет времени прерывается и продолжается при восстановлении активных уровней этих сигналов. При снятии сигнала «Циклограмма» отработка алгоритма прекращается, повторная подача сигнала активизирует выполнение циклограммы заново, начиная с первого включенного шага.

- ***Длительность*** *- «Длительность цикла / количество повторов циклограммы»*

В режиме абсолютного времени параметр устанавливает длительность одного цикла выполнения циклограммы (размерность - дни). Значение параметра может быть установлено в пределах от 1 до 255.

В режиме относительного времени с помощью параметра задается количество повторов циклограммы (размерность - число циклов). Могут быть установлены значения от 1 до 254, либо >>> - число циклов не ограничено.

- ***День цикла*** *- «Текущий день цикла в режиме абсолютного времени»*

В режиме абсолютного времени служит для привязки дня начала выполнения циклограммы к текущему дню календаря в тех случаях, когда необходимо сформировать циклический алгоритм работы электропривода, соответствующий определенному календарному периоду (недельному, месячному, сезонному и т.п.). Например, для отработки недельного цикла необходимо устано-

вить длительность циклограммы 7 дней, задать параметры соответствующих шагов и ввести номер текущего дня календарной недели (понедельник - 1, вторник - 2 и т.д.). Значение параметра автоматически изменяется в соответствии с текущим календарем (увеличивается на единицу в 00 ч 00 мин каждого дня).

В режиме относительного времени параметр не используется, в поле значения параметра отображаются закрашенные прямоугольники.

Все вышеперечисленные параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

- ***Ш00С00Д000 00:00:00** - «Монитор переменных циклограммы»*

Отображает текущее состояние переменных циклограммы:

***Ш**хх (позиции 1-3) – номер текущего шага циклограммы.*

***С**хх (позиции 4-6) – номер активной ступени (цифрового уровня задания).*

***Д(Ц)**ххх (позиции 7-10) – в режиме абсолютного времени – число целых дней, оставшееся до завершения текущего шага (**Д**ххх);*
*в режиме относительного времени – количество циклов, оставшееся до завершения отработки циклограммы (**Ц**ххх).*

***00:00:00** (позиции 13-20) – время, оставшееся до завершения текущего шага циклограммы.*

Параметр недоступен для редактирования.

9.12. ПАРАМЕТРЫ ШАГА

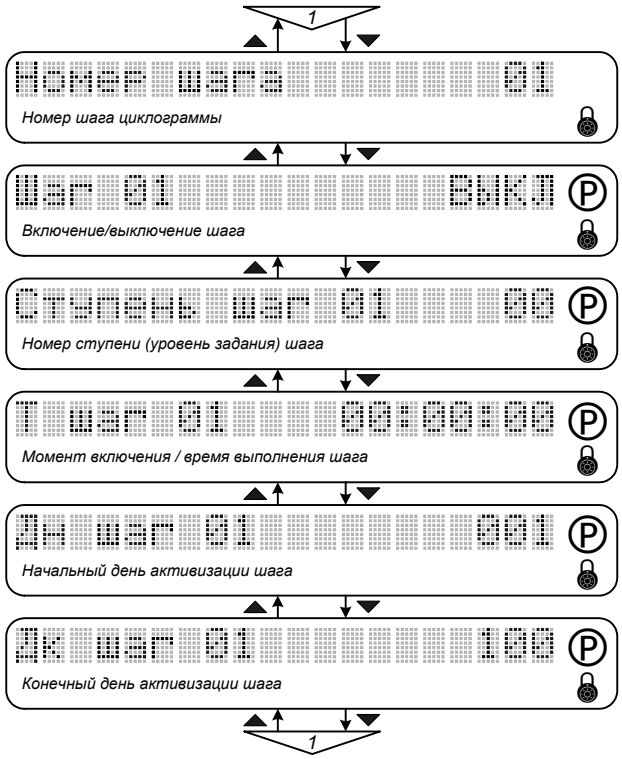


Рис. 9.17. Меню «Параметры шага».

- ***Номер шага*** *- «Номер шага циклограммы»*

Задает номер шага циклограммы, параметры которого отображаются и редактируются с помощью остальных строк меню. Могут быть установлены значения от 1 до 32. Параметр доступен для редактирования при вводе пароля пользователя.

- ***Шаг*** *xx - «Включение/выключение шага»*

Позволяет включить шаг с заданным номером в график циклограммы. По умолчанию все шаги выключены (установлено значение параметра ***ВЫКЛ****). Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.*

- ***Ступень шаг*** *xx - «Номер ступени (уровень задания) шага»*

Задает номер программируемого уровня (ступени) цифрового потенциометра (от 0 до 15), который используется для данного шага в качестве задания. Цифровые уровни задания редактируются с помощью меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИФР. ПОТЕНЦИОМЕТР». По умолчанию для всех шагов выбрана ступень 0. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

- ***Т шаг*** *xx - «Момент включения / время выполнения шага»*

*Формат представления данных - часы : минуты : секунды. Переход в режим редактирования производится для каждого из элементов последовательно после нажатия кнопки «****Режим / Ввод****»: часы, минуты, секунды.*

В режиме абсолютного времени параметр определяет момент времени (в пределах суток) активизации шага с заданным номером. Может быть установлено значение в пределах от 00:00:00 до 23:59:30 с шагом 30 с.

В режиме относительного времени параметром задается время выполнения (длительность) шага. Максимальное значение - 00:59:59, шаг - 1 с.

Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

- ***Дн шаг** xx - «Начальный день активизации шага»*
- ***Дк шаг** xx - «Конечный день активизации шага»*

*В режиме абсолютного времени устанавливают начальный и конечный дни активизации данного шага в рамках одного цикла отработки циклограммы. Шаг циклограммы с заданным номером будет включаться только начиная с номера дня, заданного параметром **Дн шаг** xx, и заканчивая номером дня, заданного параметром **Дк шаг** xx.*

В режиме относительного времени параметры не используются, в поле значения параметров отображаются закрашенные прямоугольники

Параметры доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.13. ГЕНЕРАТОР

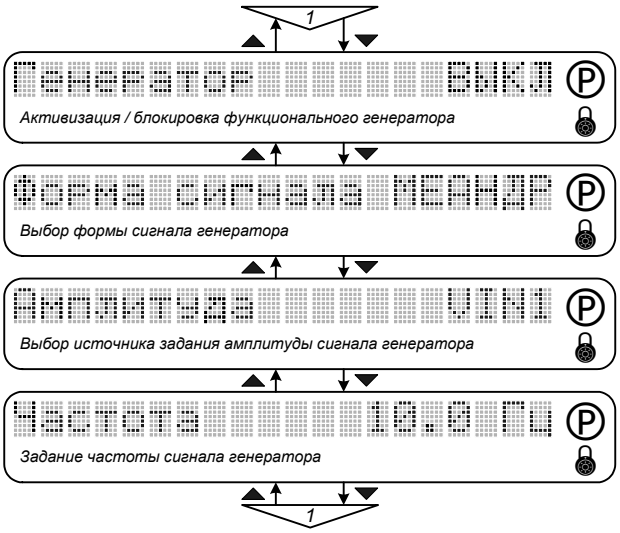


Рис. 9.18. Меню «Генератор».

*Функциональный генератор предназначен для формирования периодических сигналов управления заданной формы, амплитуды и частоты. Может использоваться в качестве источника сигнала задания для объектов циклического действия, а также для оценки динамических характеристик системы электропривода (полос**ы** пропускания, длительности переходных процессов, времени реакции на ступенчатое изменение задания и т.п.).*

Сигнал функционального генератора может использоваться совместно с другими источниками формирования управляющих воздействий в качестве составляющей комплексного управления.

- ***Генератор** - «Активизация / блокировка функционального генератора»*

Позволяет активизировать или заблокировать использование функционального генератора. Значение по умолчанию – ВЫКЛ. Параметр доступен для редактирования при вводе пароля пользователя.

- ***Форма сигнала** - «Выбор формы сигнала генератора»*

Позволяет выбрать форму сигнала функционального генератора:

- *Прямоугольный – МЕАНДР (Рис. 9.19, а),*
- *Пилообразный – ПИЛА (Рис. 9.19, б),*
- *Синусоидальный – SIN (Рис. 9.19, в).*

Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

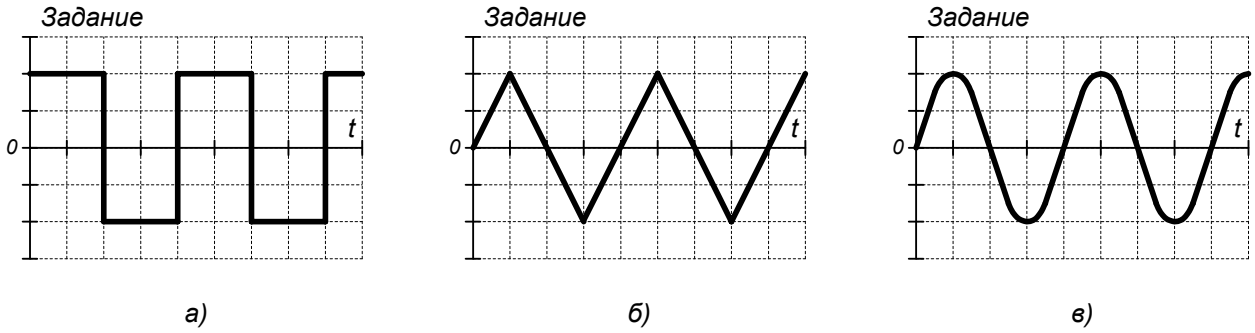


Рис. 9.19. Формы сигнала функционального генератора.

- ***<u>Амплитуда</u>*** *- <u>«Выбор источника задания амплитуды сигнала генератора»</u>*

Позволяет выбрать источник задания амплитуды сигнала функционального генератора. В качестве источника могут выступать ***аналоговые входы*** *(VIN1, CIN1, VIN2, CIN2) и* ***ступени*** *цифрового потенциометра (ЦП). При этом в конфигурации комплексного управления для функционального генератора используется функция, назначенная выбранному источнику задания амплитуды в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ». В качестве функции могут быть выбраны: задание по скорости или технологической переменной.*

Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

- ***<u>Частота</u>*** *- <u>«Задание частоты сигнала генератора»</u>*

Задает частоту сигнала функционального генератора. Могут быть установлены значения от 0.1 до 100 Гц с шагом 0.1 Гц.

Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

Для смещения по уровню сигнала функционального генератора может быть использован любой незадействованный элемент комплексного управления (кроме программируемых ускорений), для которого в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ» выбрана та же функция, что и для источника задания амплитуды сигнала функционального генератора. Например, амплитуда сигнала генератора задается по аналоговому входу VIN1, для которого назначена функция Nr+. Смещение может быть задано уровнем сигнала на аналоговом входе VIN2 (CIN1, CIN2) или активной ступенью цифрового потенциометра (Ступень), для которой так же должна быть выбрана функция Nr+.

9.14. НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ

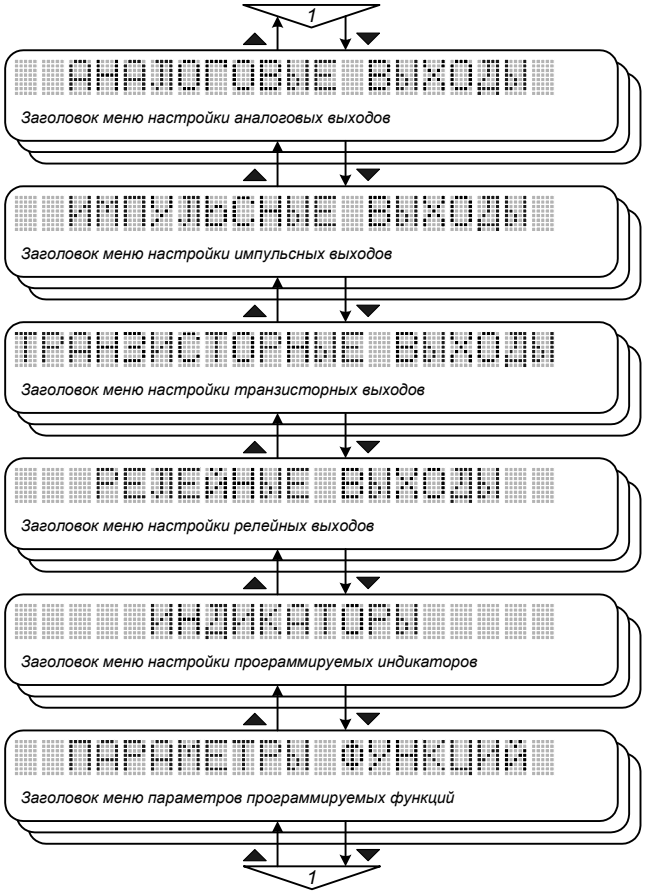


Рис. 9.20. Меню «Настройка выходов».

Меню содержит средства настройки аналоговых, импульсных, транзисторных и релейных выходов, программируемых индикаторов и программируемых функций.

9.15. АНАЛОГОВЫЕ ВЫХОДЫ

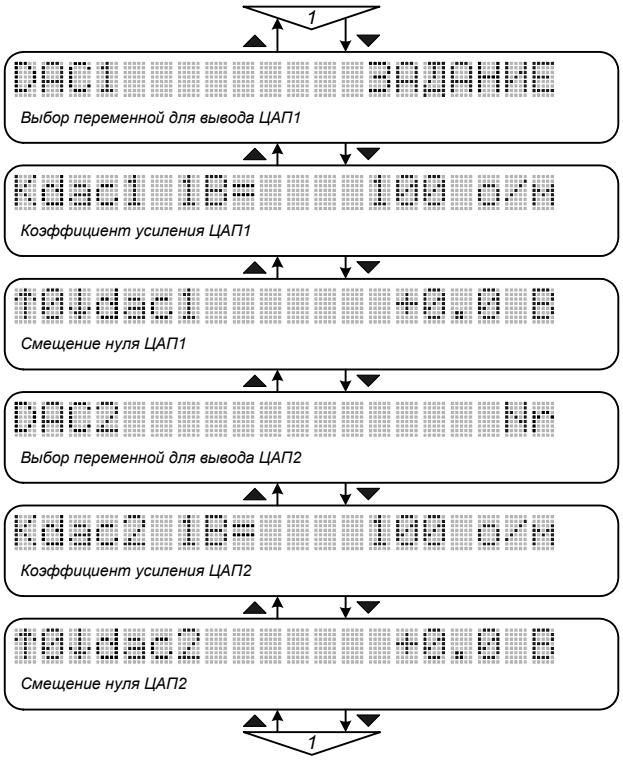


Рис. 9.21. Меню «Аналоговые выходы».

- ***DAC1** - «Выбор переменной для вывода ЦАП1»*

Позволяет выбрать одну из переменных электропривода для вывода 1-ым каналом цифро-аналогового преобразователя. Возможен вывод текущих значений следующих переменных:

- ***ЗАДАНИЕ** - задание по скорости или технологической переменной,*
- ***ТП** - регулируемая технологическая переменная (уровень сигнала с датчика обр. связи),*
- ***Выход ЗИ** - выходной сигнал задатчика интенсивности,*
- ***Nr** - скорость вращения ротора двигателя,*
- ***|Is|** - модуль вектора тока статора,*
- ***P** - активная мощность, потребляемая двигателем,*
- ***Fs** - частота напряжения статора,*
- ***|Us|** - модуль вектора напряжения статора,*
- ***Udc** - напряжение промежуточного звена постоянного тока,*
- ***Iu** - ток фазы U (1-я гармоника),*
- ***Iv** - ток фазы V (1-я гармоника),*
- ***Iw** - ток фазы W (1-я гармоника),*
- ***dt^0UH** - перегрев кристалла IGBT верхнего ключа фазы U относительно корпуса модуля,*
- ***dt^0UL** - перегрев кристалла IGBT нижнего ключа фазы U относительно корпуса модуля,*
- ***dt^0VH** - перегрев кристалла IGBT верхнего ключа фазы V относительно корпуса модуля,*
- ***dt^0VL** - перегрев кристалла IGBT нижнего ключа фазы V относительно корпуса модуля,*

- ***dt⁰WH*** *- перегрев кристалла IGBT верхнего ключа фазы W относительно корпуса модуля,*
- ***dt⁰WL*** *- перегрев кристалла IGBT нижнего ключа фазы W относительно корпуса модуля.*

- ***Kdac1_1В=*** *- «Коэффициент усиления ЦАП1»*

Определяет коэффициент усиления ЦАП1. Задается значением выбранной переменной электропривода, соответствующим уровню выходного сигнала 1 В. Диапазон изменения выходного сигнала ЦАП составляет ±4 В. Размерность параметра автоматически устанавливается в соответствии с выбранной для вывода переменной электропривода: Nr - об/мин, ТП - % и т.д.

- ***↑0↓dac1*** *- «Смещение нуля ЦАП1»*

Определяет смещение уровня сигнала ЦАП1, соответствующее нулевому значению выбранной переменной электропривода. Размерность параметра - Вольт. Может быть установлен в пределах от -4 В до +4 В с шагом 0.1 В.

- ***DAC2*** *- «Выбор переменной для вывода ЦАП2»*

*Позволяет выбрать одну из переменных электропривода для вывода 2-ым каналом цифро-аналогового преобразователя. Список переменных аналогичен **DAC1**.*

- ***Kdac2_1В=*** *- «Коэффициент усиления ЦАП2»*

*Параметр аналогичен **Kdac1_1В=**.*

- ***↑0↓dac2*** *- «Смещение нуля ЦАП2»*

*Параметр аналогичен **↑0↓dac1**.*

Доступ к редактированию параметров меню не ограничен.

9.16. ИМПУЛЬСНЫЕ ВЫХОДЫ

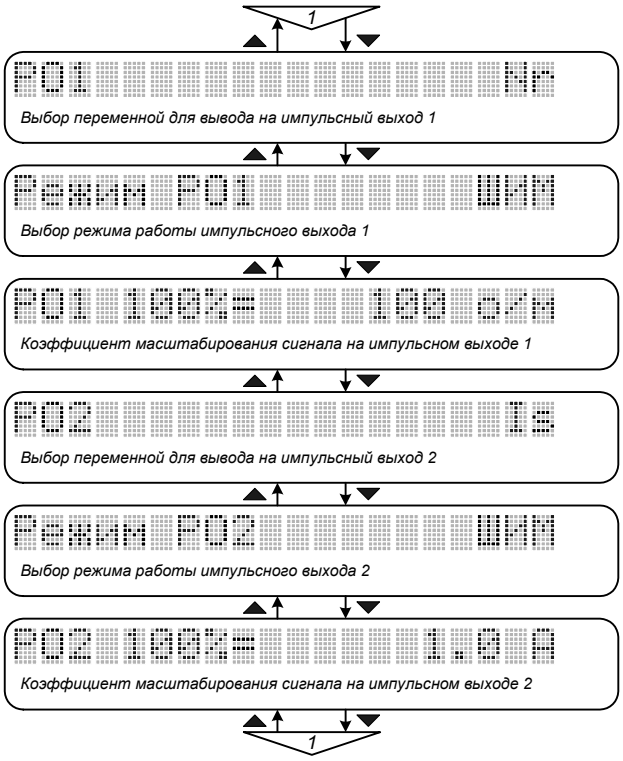


Рис. 9.22. Меню «Импульсные выходы».

- ***PO1*** *- «Выбор переменной для вывода на импульсный выход 1»*

Позволяет выбрать одну из переменных электропривода для вывода на 1-ый импульсный выход. Возможен вывод текущих значений следующих переменных:

- |***ЗАДАНИЕ***| *- модуль задания по скорости, моменту или технологической переменной,*
- |***ТП***| *- модуль регулируемой технологической переменной,*
- |***Nr***| *- модуль скорости вращения ротора двигателя,*
- |***Is***| *- модуль вектора тока статора,*
- |***P***| *- модуль активной мощности, потребляемой двигателем,*
- |***Fs***| *- модуль частоты напряжения статора,*
- |***Us***| *- модуль вектора напряжения статора,*
- ***Udc*** *- напряжение промежуточного звена постоянного тока,*

- ***Режим PO1*** *- «Выбор режима работы импульсного выхода 1»*

Позволяет выбрать режим работы 1-го импульсного выхода: ШИМ - широтно-импульсная модуляция, ЧМ - частотная модуляция.

*В режиме **ШИМ** частота следования импульсов выходного сигнала постоянна и составляет 1кГц, скважность изменяется от 0 до 100 % с шагом 0.1 % в зависимости от текущего значения выбранной переменной.*

*В режиме **ЧМ** выходной сигнал имеет форму меандра, частота следования импульсов изменяется от 0 до 4 кГц с шагом 1 Гц в зависимости от текущего значения выбранной переменной.*

Частота обновления информации в режимах ШИМ и ЧМ - 50 Гц.

- ***PO1_100%=** - «Коэффициент масштабирования сигнала на импульсном выходе 1»*

Определяет коэффициент масштабирования сигнала на 1-ом импульсном выходе. Задается значением выбранной переменной электропривода, соответствующим скважности выходного сигнала 100 % для режима ШИМ и частоте следования импульсов 1 кГц для режима ЧМ. Размерность параметра автоматически устанавливается в соответствии с выбранной для вывода переменной электропривода: Nr - об/мин, ТП - % и т.д.

- ***PO2** - «Выбор переменной для вывода на импульсный выход 2»*

*Позволяет выбрать одну из переменных электропривода для вывода на 2-ой импульсный выход. Список переменных аналогичен **PO1**.*

- ***Режим PO2** - «Выбор режима работы импульсного выхода 2»*

*Параметр аналогичен **Режим PO1**.*

- ***PO2_100%=** - «Коэффициент масштабирования сигнала на импульсном выходе 2»*

*Параметр аналогичен **PO1_100%=**.*

Доступ к редактированию параметров меню не ограничен.

9.17. ТРАНЗИСТОРНЫЕ ВЫХОДЫ

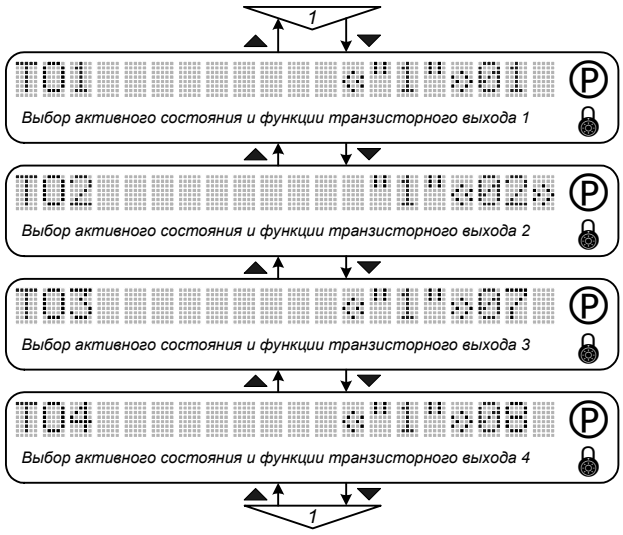


Рис. 9.23. Меню «Транзисторные выходы».

Назначение транзисторных выходов может быть запрограммировано пользователем. С помощью параметров данного меню для каждого транзисторного выхода (TO1-TO4) выбирается активное состояние и номер функции из списка:

№	Наименование функции	Описание
1	Программируемая функция 1	Флаг функции устанавливается при достижении контролируемой переменной установленного порогового значения (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ / ПАРАМЕТРЫ ФУНКЦИЙ»)
2	Программируемая функция 2	
3	Программируемая функция 3	
4	Программируемая функция 4	
5	Готовность 1	Флаг функции снимается при срабатывании защит 1-й группы (см. п.4.2.3)
6	Готовность 2	Флаг функции снимается при срабатывании защит 1-й и 2-й группы (см. п.4.2.3)
7	Авария	Флаг функции устанавливается в случае срабатывания защит 1-й группы после формирования сигнала «Готовность 1»
8	Работа	Флаг функции устанавливается при наличии сигнала «Готовность 1» и подаче сигналов «Снятие блокировки» и «Разрешение задания»
9	Сброс энергии торможения	Флаг функции устанавливается при включении IGBT-чоппера узла сброса энергии торможения

10	*Выключение электромагнитного тормоза двигателя*	*Флаг функции устанавливается при наличии сигнала «Готовность 1» и подаче сигнала «Снятие блокировки»*

*При установке флага функции транзистор включается, если выбрано активное состояние **“1”**, и выключается, если выбрано активное состояние **“0”**.*

По умолчанию транзисторным выходам назначены следующие функции:

- *ТО1 - программируемая функция 1 (номер функции 1),*
- *ТО2 - программируемая функция 2 (номер функции 2),*
- *ТО3 - авария (номер функции 7),*
- *ТО4 - работа (номер функции 8).*

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.18. РЕЛЕЙНЫЕ ВЫХОДЫ

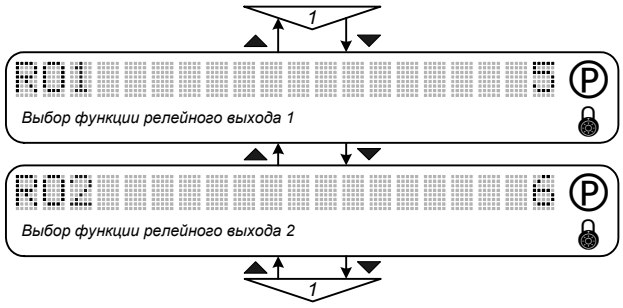


Рис. 9.24. Меню «Релейные выходы».

Назначение релейных выходов может быть запрограммировано пользователем. С помощью параметров данного меню для каждого релейного выхода (RO1, RO2) выбирается номер функции. Перечень функций приведен в описании меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ / ТРАНЗИСТОРНЫЕ ВЫХОДЫ».

При установке флага функции подается управляющее напряжение на катушку реле.

По умолчанию релейным выходам назначены следующие функции:

- *RO1 - готовность 1 (номер функции 5),*
- *RO2 - готовность 2 (номер функции 6).*

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.19. ИНДИКАТОРЫ

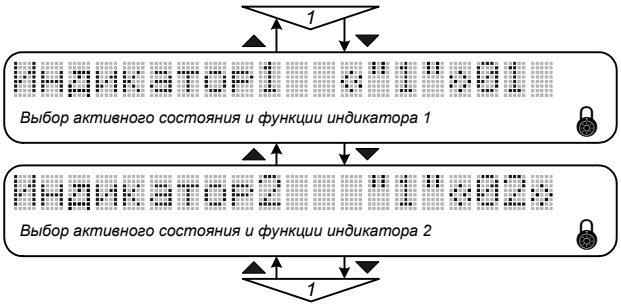


Рис. 9.25. Меню «Индикаторы».

Назначение индикаторов может быть запрограммировано пользователем. С помощью параметров данного меню для каждого индикатора (IND1, IND2) выбирается активное состояние и номер функции. Перечень функций приведен в описании меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ / ТРАНЗИСТОРНЫЕ ВЫХОДЫ».

*При установке флага функции индикатор включается, если выбрано активное состояние **"1"**, и выключается, если выбрано активное состояние **"0"**. Включение индикатора индицируется закрашенным прямоугольником в нижней (для IND1) и верхней (для IND2) части позиции 10 строки состояния на ЖК-дисплее (рис.8.3), загораются соответствующие светодиоды на индикаторе состояния (в исполнениях с выносным пультом управления).*

По умолчанию индикаторам назначены следующие функции:

- *Индикатор1 - программируемая функция 1 (номер функции 1),*
- *Индикатор2 - программируемая функция 2 (номер функции 2).*

Параметры меню доступны для редактирования при вводе пароля пользователя.

9.20. ПАРАМЕТРЫ ФУНКЦИЙ

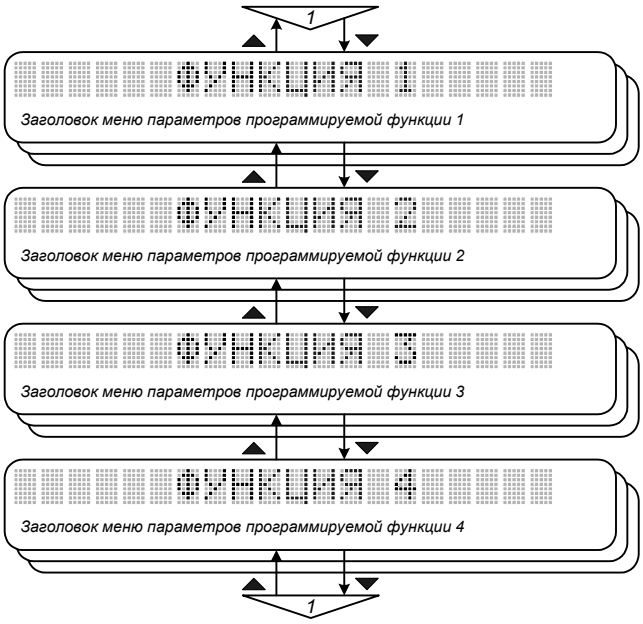


Рис. 9.26. Меню «Параметры функций».

Меню содержит настройки программируемых функций для транзисторных и релейных выходов и индикаторов.

9.21. ***ФУНКЦИЯ 1***

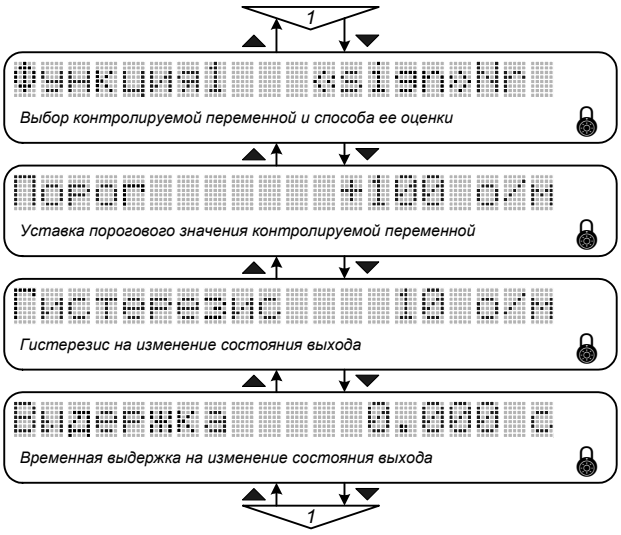


Рис. 9.27. Меню «Функция».

- ***Функция1*** *- «Выбор контролируемой переменной и способа ее оценки»*

Позволяет выбрать одну из переменных электропривода для контроля ее текущего значения и способ ее оценки. Возможен выбор следующих переменных:

- ***ТП*** *- регулируемая технологическая переменная (уровень сигнала с датчика обр. связи),*
- ***Nr*** *- скорость вращения ротора двигателя,*
- ***Is*** *- действующее значение тока фазы статора,*
- ***P*** *- активная мощность, потребляемая двигателем,*
- ***Fs*** *- частота напряжения статора,*
- ***Us*** *- действующее значение линейного напряжения статора,*
- ***D*** *- рассогласование между заданием по скорости или технологической переменной и текущим значением регулируемой переменной.*
- ***ti*** *- температура корпуса модуля IGBT-инвертора.*

Переменные могут оцениваться с учетом знака (способ оценки ***sign****) или по модулю (способ оценки* ***abs****).*

- ***Порог*** *- «Уставка порогового значения контролируемой переменной»*

Определяет пороговое значение контролируемой переменной, при превышении которого устанавливается флаг программируемой функции и изменяется состояние соответствующей выходной линии. Размерность параметра автоматически изменяется в соответствии с выбранной переменной электропривода: Nr - об/мин, Is - А и т.д.

- ***Гистерезис*** *- «Гистерезис на изменение состояния выхода»*

Определяет величину отклонения контролируемой переменной в обе стороны от порогового значения, изменение в пределах которой не приводит к изменению состояния флага программи-

руемой функции и соответствующей выходной линии. Размерность параметра автоматически изменяется в соответствии с выбранной переменной электропривода: Nr - об/мин, Is - А и т.д.

Внимание! Поскольку переменная D (рассогласование) является результатом сравнения контролируемой переменной не с абсолютным пороговым значением, а с собственным заданием, изменение флага состояния программируемой функции определяется только параметром «гистерезис», определяющим необходимую «зону нечувствительности» выходного сигнала для исключения нежелательного «дребезга».

- ***Выдержка*** *- «Временная выдержка на изменение состояния выхода»*

Определяет временную выдержку, в течение которой не происходит изменение состояния выходной линии. Время отсчитывается от момента изменения состояния флага программируемой функции при достижении контролируемой переменной порогового значения (с учетом гистерезиса). Если в течение заданного временного отрезка значение контролируемой переменной возвращается в диапазон, установленный параметром ***Гистерезис****, изменение состояния выходной линии не происходит. Параметр может быть установлен в пределах от 0 до 60 с, шаг - 0.001 с. Значение по умолчанию - 0.000 с.*

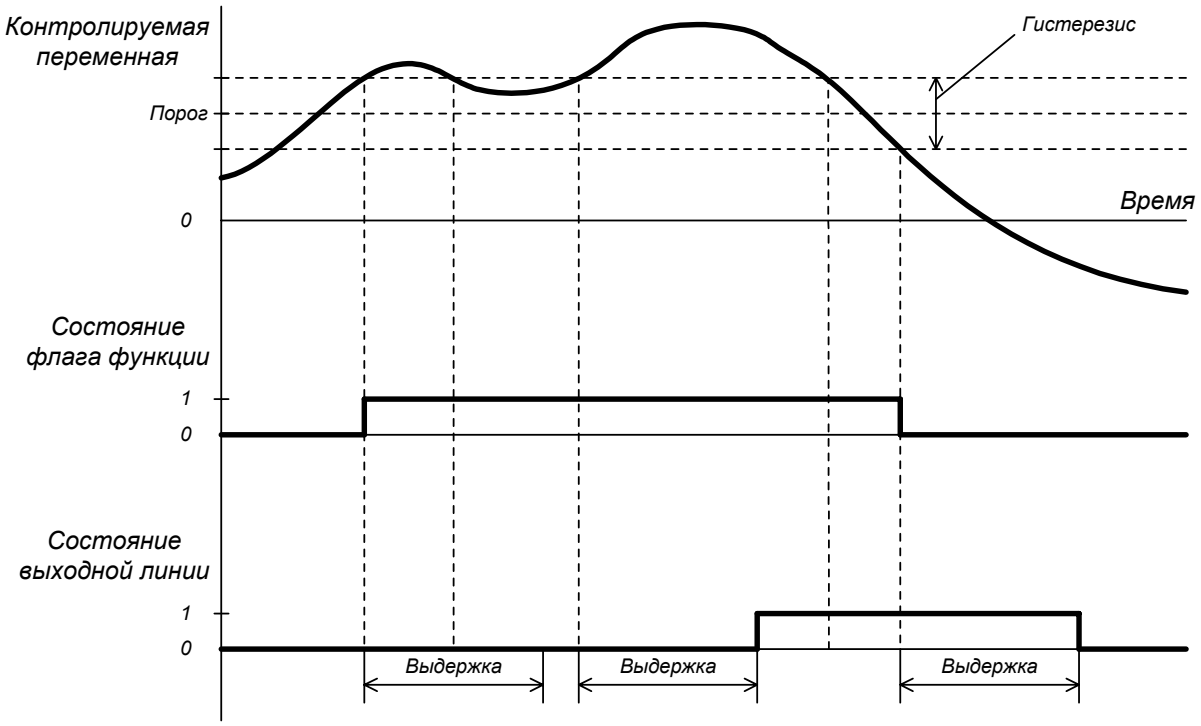


Рис. 9.28. Настройка параметров программируемых функций.

Параметры меню доступны для редактирования при вводе пароля пользователя.

Меню ФУНКЦИЯ1 - ФУНКЦИЯ4 аналогичны.

9.22. FIELDBUS

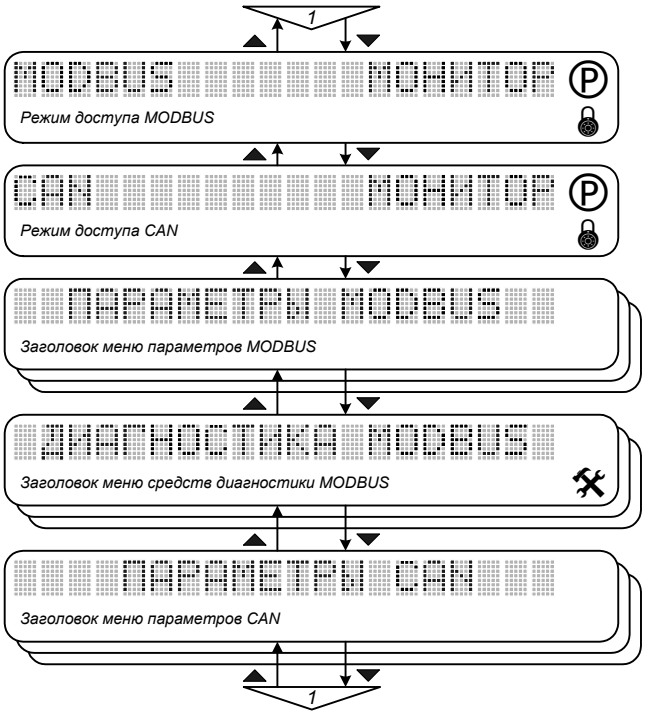


Рис. 9.29. Меню «FIELDBUS».

Меню содержит настройки коммуникационных протоколов MODBUS и CAN для организации обмена управляющей и статусной информацией между электроприводом и управляющим устройством.

- ***MODBUS** - «Режим доступа MODBUS»*
- ***CAN** - «Режим доступа CAN»*

Определяют режим доступа к параметрам по локальной сети через коммуникационные порты (интерфейсы RS-232/485 и CAN). Параметры доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя. Возможные значения параметров: МОНИТОР (по умолчанию) и УПРАВЛЕНИЕ.

*В режиме **МОНИТОР** доступ к параметрам ограничен только возможностью считывания информации. Режим используется для контроля и диагностики состояния электропривода.*

*В режиме **УПРАВЛЕНИЕ** предоставляется полный доступ к параметрам системы, в том числе формированию управляющих воздействий и режимов работы электропривода. Разрешение управления по локальной сети MODBUS или CAN индицируется флагом **f** в позиции 12 строки индикации состояния (рис.8.2).*

Настройки коммуникационных протоколов содержатся в меню «ПАРАМЕТРЫ MODBUS» и «ПАРАМЕТРЫ CAN».

9.23. ПАРАМЕТРЫ MODBUS

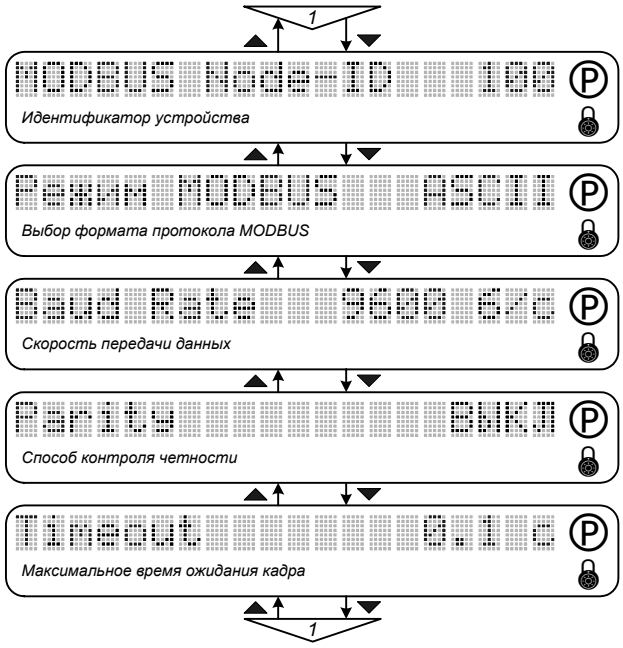


Рис. 9.30. Меню «Параметры MODBUS».

- ***MODBUS Node-ID** - «Идентификатор устройства»*

  Задает уникальный идентификационный номер электропривода в сети MODBUS.

- ***Режим MODBUS** - «Выбор формата протокола MODBUS»*

  *Позволяет выбрать формат кадра протокола MODBUS: **ASCII** или **RTU**.*

- ***Baud Rate** - «Скорость передачи данных»*

  Определяет скорость передачи данных в сети MODBUS. Устанавливается в зависимости от характеристик кабеля и требований, предъявляемых к скорости обмена информацией в сети. Размерность параметра - бит/с. Может принимать следующие дискретные значения: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 62500 бит/с.

- ***Parity** - «Способ контроля четности»*

  *Определяет способ использования бита дополнения до четности в байтах кадра: **ЧЕТ**, **НЕ-ЧЕТ** и **ВЫКЛ** (не используется).*

- ***Timeout** - «Максимальное время ожидания кадра»*

  *Определяет время, в течение которого электроприводом должен быть получен хотя бы один кадр информации по сети MODBUS, адресованный данному устройству. В ином случае срабатывает защита от ошибки сетевого управления, в позиции 4 строки состояния индицируется флаг **F**. Защита срабатывает только в случае, если разрешено сетевое управление параметром **MODBUS** в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / FIELDBUS» (установлено значение УПРАВЛЕНИЕ), что индицируется в позиции 12 строки состояния флагом **f**.*

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

Более подробное описание параметров протокола MODBUS содержится в документе MODBUS Application Protocol V1.

9.24. ПАРАМЕТРЫ CAN

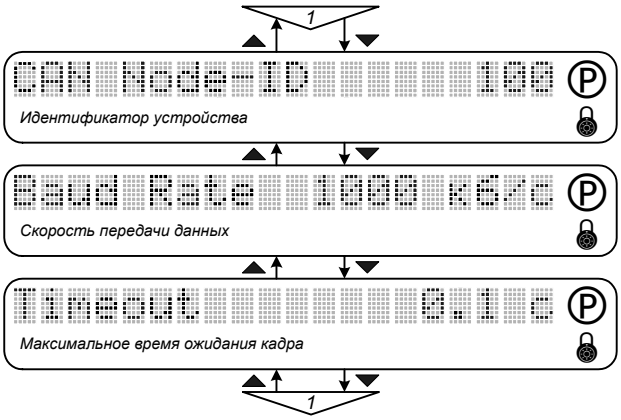


Рис. 9.31. Меню «Параметры CAN».

- ***CAN Node-ID** - «Идентификатор устройства»*

Задает уникальный идентификационный номер электропривода в сети CAN.

- ***Baud Rate** - «Скорость передачи данных»*

Определяет скорость передачи данных в сети CAN. Устанавливается в зависимости от характеристик кабеля и требований, предъявляемых к скорости обмена информацией в сети. Размерность параметра - кбит/с. Может принимать следующие дискретные значения: 20, 50, 100, 200, 500, 800, 1000 кбит/с.

- ***Timeout** - «Максимальное время ожидания кадра»*

*Определяет время, в течение которого электроприводом должен быть получен хотя бы один кадр информации по сети CAN, адресованный данному устройству. В ином случае срабатывает защита от ошибки сетевого управления, в позиции 4 строки состояния индицируется флаг **F**. Защита срабатывает только в случае, если разрешено сетевое управление параметром **CAN** в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / FIELDBUS» (установлено значение УПРАВЛЕНИЕ), что индицируется в позиции 12 строки состояния флагом **f**.*

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

Более подробное описание параметров протокола CANopen содержится в документах CiA DS-102, CiA DS-201, CiA DS-202, CiA DS-203.

9.25. БАЛЛАСТНЫЙ РЕЗИСТОР

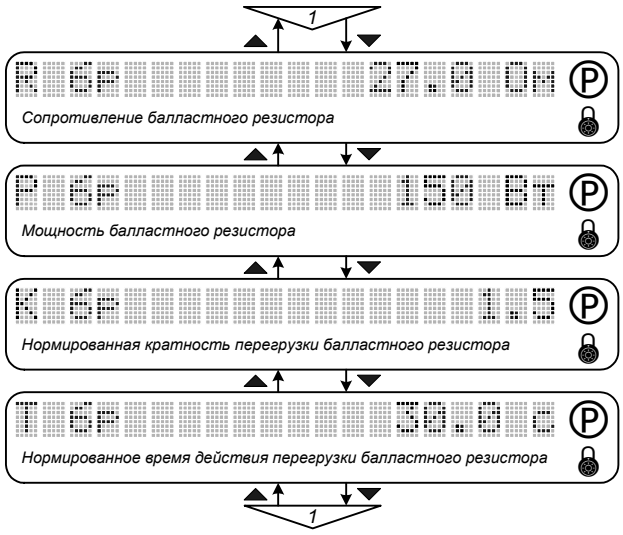


Рис. 9.32. Меню «Балластный резистор».

Параметры меню используются для корректной работы время-токовой защиты балластного резистора. Рекомендации по выбору резистора приведены в п.5.2.4.

- ***R бр** - «Сопротивление балластного резистора»*

Определяет сопротивление подключенного балластного резистора. Размерность параметра - Ом. Значение по умолчанию и пределы изменения параметра определяются типоразмером преобразователя (см. табл. 5.5).

- ***P бр** - «Мощность балластного резистора»*

Определяет мощность подключенного балластного резистора. Размерность параметра - Вт. Значение по умолчанию и пределы изменения параметра определяются типоразмером преобразователя.

- ***K бр** - «Нормированная кратность перегрузки балластного резистора»*

Определяет соотношение допустимой импульсной рассеиваемой мощности балластного резистора и номинальной длительной. Значение по умолчанию - 1.5.

- ***T бр** - «Нормированное время действия перегрузки балластного резистора»*

Определяет время выдержки на срабатывание защиты балластного резистора при заданной кратности перегрузки. Значение по умолчанию - 30 с.

*Срабатывание время-токовой защиты балластного резистора индицируется символом **R** в позиции 2 строки состояния.*

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.26. ТАЙМЕР

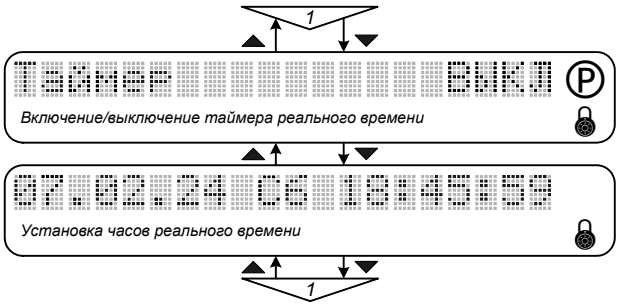


Рис. 9.33. Меню «Таймер».

*Таймер реального времени используется для поддержки функций, требующих информации о текущих значениях даты и времени: задания временн**ы**х интервалов циклограммы в режиме абсолютного времени (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА»), определения даты и времени срабатывания защит (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / ИСТОРИЯ ОТКЛЮЧЕНИЙ»). Для работы таймера интерфейсная плата преобразователя должна быть укомплектована микросхемой часов реального времени и батарейкой для ее питания. Переход на зимнее/летнее время производится автоматически.*

- ***Таймер** - «Включение/выключение таймера реального времени»*

*Позволяет включить / выключить таймер реального времени. Значение по умолчанию - ВЫКЛ. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя. При включенном таймере в строке состояния возможно появление флагов защит от неисправности (отсутствия) микросхемы часов реального времени (**Z**) и недостаточного напряжения на батарейке (**G**).*

- ***07.02.24 Сб 18:45:59** - «Установка часов реального времени»*

*Позволяет выполнить установку или коррекцию текущих значений даты и времени. Переход в режим редактирования производится для каждого из элементов последовательно после нажатия кнопки «**Режим / Ввод**»: год, месяц, число, день недели, часы, минуты, секунды. Параметр доступен для редактирования при вводе пароля пользователя.*

9.27. СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ

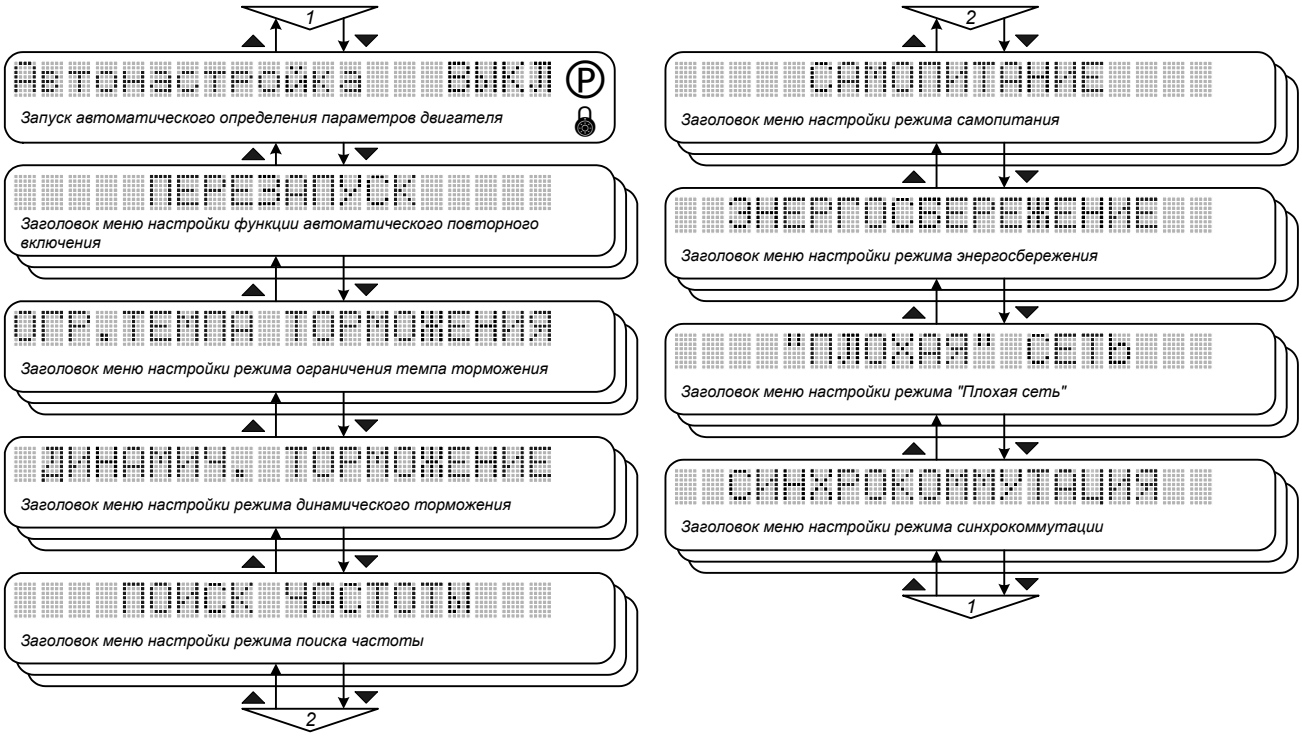


Рис. 9.34. Меню «Специальные режимы».

Меню содержит средства настройки специальных режимов работы электропривода: автоматического определения параметров двигателя, автоматического повторного включения преобразователя, ограничения темпа торможения, динамического торможения, поиска частоты, самопитания, энергосбережения, синхрокоммутации, режима «Плохая сеть».

- ***Автонастройка*** *- «Запуск автоматического определения параметров двигателя»*

*Позволяет запустить режим автоматического определения параметров подключенного к преобразователю двигателя (**Rs**, **Rr**, **Lm**, **δLs**). Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя. Значение по умолчанию - ВЫКЛ.*

Перед запуском режима автонастройки необходимо в меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ» установить значения следующих параметров подключенного двигателя:

- *Номинальный ток статора **Is ном**,*
- *Номинальная скорость вращения ротора **Nr ном**,*
- *Номинальная частота напряжения статора **Fs ном**,*
- *Номинальное линейное напряжение статора **Us ном**,*
- *Число пар полюсов **Zp**,*

*а также выбрать номер активного набора параметров в строке **Набор параметров** (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ»), установить значение параметра **Udc ном** (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ»),*

ввести параметры балластного резистора (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / БАЛЛАСТНЫЙ РЕЗИСТОР») и задатчика интенсивности (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ЗАДАТЧИК ИНТЕНСИВ.»).

*Для запуска режима автонастройки необходимо установить значение параметра ВКЛ и подать сигнал «Снятие блокировки». В процессе автонастройки производится измерение переменных как с неподвижным, так и вращающимся ротором двигателя. Процедура длится около 10 с (при этом в позиции 13 строки состояния индицируется флаг **a**), после чего значение параметра **Автонастройка** автоматически переводится в состояние ВЫКЛ. Вычисленные параметры сохраняются в меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ».*

Для повышения точности определения параметров двигателя желательно обеспечить режим, максимально приближенный к холостому ходу.

*Режим автонастройки может быть прерван срабатыванием защит, либо сбросом флага «Снятие блокировки». В случае срабатывания максимально-токовых защит (флаги **O** и **X**) или защит от превышения (**H**) и понижения (**L**) напряжения необходимо увеличить значения параметров **Tp1** и **Tm1** в меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ЗАДАТЧИК ИНТЕНСИВ.».*

9.28. ***ПЕРЕЗАПУСК***

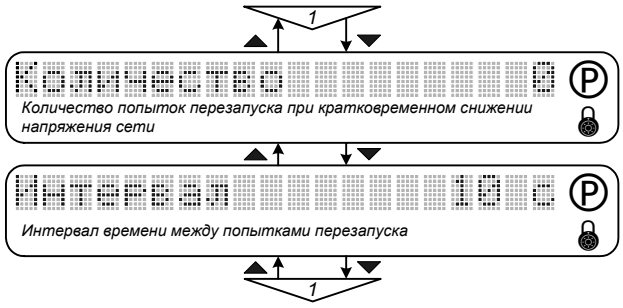


Рис. 9.35. Меню «Перезапуск».

- ***Количество*** *- «Количество попыток перезапуска при кратковременном снижении напряжения сети»*

Определяет количество попыток автоматического повторного включения преобразователя при срабатывании защиты от понижения напряжения сети. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 10. При установке значения 0 перезапуск не производится.

- ***Интервал*** *- «Интервал времени между попытками перезапуска»*

Определяет интервал времени между попытками автоматического повторного включения преобразователя. Значение параметра может быть установлено в пределах от 3 до 600 с, шаг - 1 с.

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.29. ОГРАНИЧЕНИЕ ТЕМПА ТОРМОЖЕНИЯ

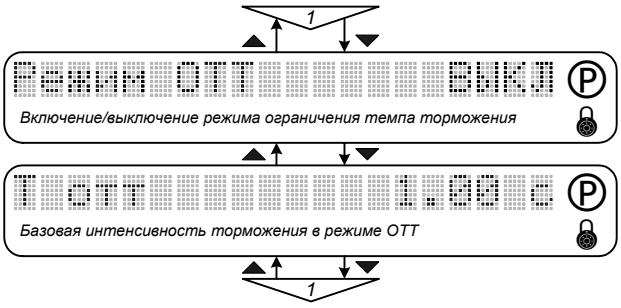


Рис. 9.36. Меню «Огр. темпа торможения».

Режим ограничения темпа торможения (ОТТ) может быть использован в электроприводах механизмов с большими значениями момента инерции для того, чтобы обеспечить торможение без срабатывания защиты от перенапряжения даже без использования балластного резистора (см. п. 7.12).

- ***Режим ОТТ** - «Включение / выключение режима ограничения темпа торможения»*

Позволяет включить или выключить режим ограничения темпа торможения. Значение по умолчанию – ВЫКЛ.

- ***T отт** - «Базовая интенсивность торможения в режиме ОТТ»*

Устанавливает базовую интенсивность торможения в режиме ограничения темпа торможения при соблюдении условий: $T_{omm} > T_{m1}$ *и* $T_{omm} > T_{m2}$ *(см. меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ЗАДАТЧИК ИНТЕНСИВ.»). Определяет предельное значение темпа замедления на участках снижения скорости в режиме ОТТ. Задается временем снижения скорости двигателя от номинального значения до 0:*

$$a_{omm} = \frac{N_{r\,ном}}{T_{omm}}$$

Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 3276.75 с, шаг - 0.05 с. Значение по умолчанию - 0.5 с.

Следует иметь в виду, что базовая интенсивность торможения в режиме ОТТ определяется большим из значений параметров T_{omm} *и* T_{m1} *на 1-ом участке задатчика интенсивности,* T_{omm} *и* T_{m2} *- на 2-ом участке задатчика интенсивности.*

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.30. ДИНАМИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ

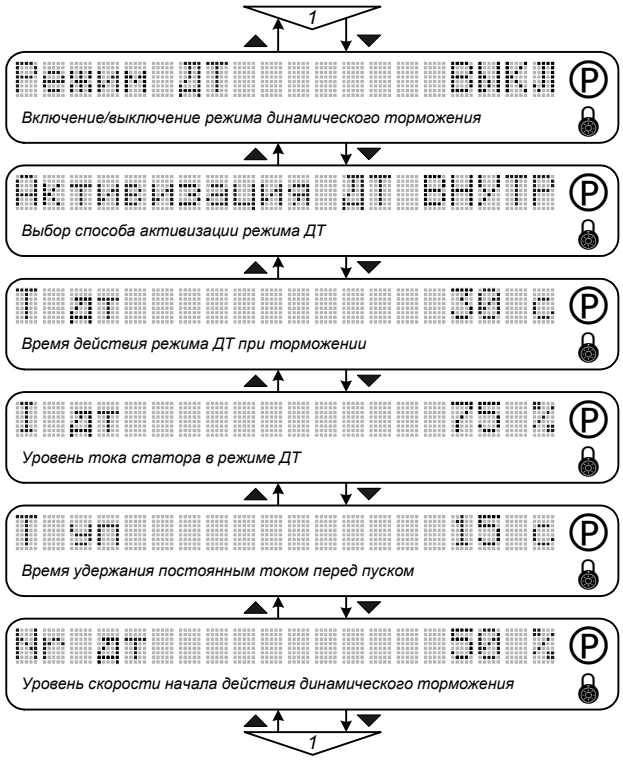


Рис. 9.37. Меню «Динамич. торможение».

Режим динамического торможения (ДТ) реализуется подачей постоянного напряжения на обмотки статора, в результате чего создается тормозной момент на валу двигателя. Режим ДТ может быть использован для останова двигателя без рассеивания энергии торможения в балластном резисторе, а также для силового удержания (постоянным током) вала двигателя перед пуском в электроприводах с активным моментом нагрузки (см. п. 7.13).

- ***Режим ДТ** - «Включение / выключение режима динамического торможения»*

Позволяет разрешить или запретить использование режима динамического торможения. Значение по умолчанию – ВЫКЛ.

- ***Активизация ДТ** - «Выбор способа активизации режима ДТ»*

Позволяет выбрать источник активизации режима ДТ. Возможные значения параметра: ВНУТР (по умолчанию) и ВНЕШ.

*Если установлено значение **ВНУТР**, режим активизируется после сброса флага «Разрешение задания» или изменения состояния флага «Реверс задания» при условии снижения скорости двигателя до уровня, определяемого значением параметра **Nr дт**.*

*При внешнем способе активизации (значение параметра **ВНЕШ**) режим запускается после подачи активного уровня сигнала на логический вход, для которого назначена функция «Динамическое торможение» в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЛОГИЧЕСКИЕ ВХОДЫ». В*

*этом случае режим так же активизируется при условии снижения скорости двигателя до уровня, определяемого значением параметра **Nr дт**.*

- ***T дт** - «Время действия режима при торможении»*

*Устанавливает время, в течение которого действует режим при торможении. При этом реальное время снижения скорости до полного останова зависит не только от создаваемого тормозного момента, но и от момента инерции, статического момента нагрузки, уровня скорости двигателя, с которого начинается процесс торможения. После останова время, оставшееся до истечения **T дт**, двигатель удерживается постоянным током. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 60 с, шаг - 1 с (значение по умолчанию - 5 с).*

- ***I дт** - «Уровень тока статора в режиме ДТ»*

*Задает уровень тока статора двигателя, определяющий величину создаваемого тормозного момента в режиме динамического торможения. Задается в процентах от номинального тока статора двигателя **Is ном** (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ»). Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 150 % с шагом 1 % (по умолчанию - 75 %). При подключении к ПЧ двигателя, номинальный ток которого больше номинального тока ПЧ, уровень тока статора в режиме ДТ будет определяться номинальным током ПЧ.*

- ***T уп** - «Время удержания постоянным током перед пуском»*

*Устанавливает время, в течение которого двигатель удерживается постоянным током перед отработкой задания при установке флагов «Снятие блокировки» и «Разрешение задания». При этом уровень тока задается параметром **I дт**. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 60 с, шаг - 1 с (значение по умолчанию - 0 с).*

- ***Nr дт** - «Уровень скорости начала действия динамического торможения»*

*Определяет пороговое значение скорости двигателя, при снижении до которого активизируется режим динамического торможения. До этого уровня происходит частотное торможение с интенсивностью, задаваемой параметрами задатчика интенсивности (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ЗАДАТЧИК ИНТЕНСИВ.»). Задается в процентах от максимальной частоты статора двигателя **Fs max** (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ»). Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 100 % с шагом 1 % (по умолчанию - 50 %).*

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.31. ПОИСК ЧАСТОТЫ

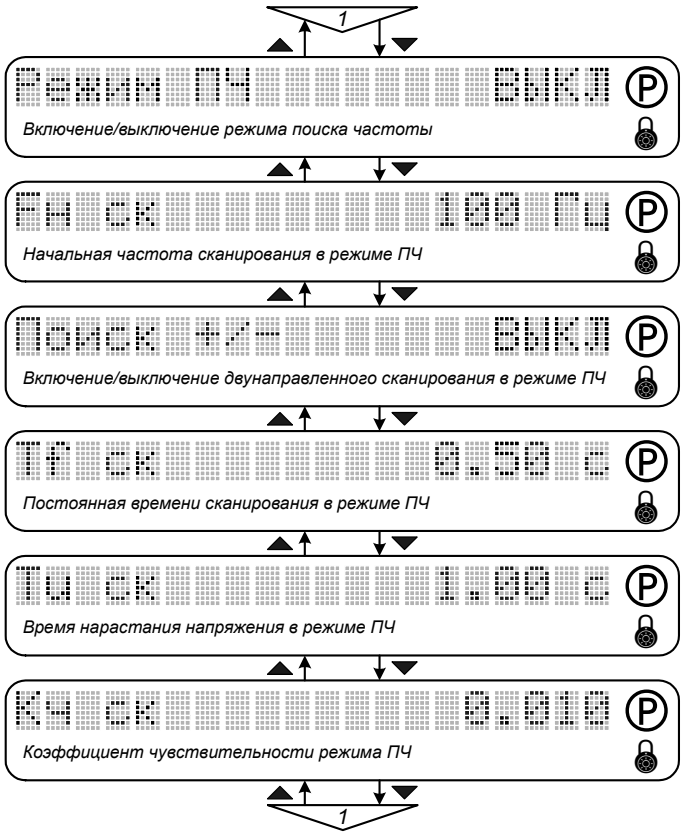


Рис. 9.38. Меню «Поиск частоты».

Режим поиска частоты (ПЧ) позволяет выполнить пуск двигателя с вращающимся валом на заданный уровень скорости с ограничением тока (см. п. 7.14).

- ***Режим ПЧ** - «Включение / выключение режима поиска частоты»*

Позволяет разрешить или запретить использование режима поиска частоты. Значение по умолчанию – ВЫКЛ.

- ***Fн ск** - «Начальная частота сканирования в режиме ПЧ»*

*Устанавливает начальную (верхнюю) границу поиска частоты. Процесс сканирования происходит с уровня частоты, заданного параметром **Fн ск**, до минимального значения (близкого к нулю). Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 450 Гц с шагом 1 Гц (по умолчанию - 100 Гц).*

- ***Поиск +/-** - «Включение / выключение двунаправленного сканирования в режиме ПЧ»*

*Позволяет разрешить / запретить сканирование в режиме ПЧ в обоих направлениях вращения. Если установлено значение ВЫКЛ (сканирование в одном направлении), поиск частоты выполняется только в направлении, в котором вращался двигатель до сброса флага «Снятие блокировки». При двунаправленном сканировании (значение параметра ВКЛ) при достижении минимального уровня частоты поиск продолжается в обратном направлении, начиная с уровня **Fн ск**.*

- ***Tf ск*** *- «Постоянная времени сканирования в режиме ПЧ»*

Определяет постоянную времени изменения частоты напряжения статора в процессе сканирования (частота изменяется по экспоненте). Значение параметра может быть установлено в пределах от 0.05 до 4 с, шаг - 0.05 с (значение по умолчанию - 0.5 с).

- ***Ти ск*** *- «Время нарастания напряжения в режиме ПЧ»*

Задает интенсивность линейного нарастания напряжения после обнаружения искомой частоты. Конечное значение напряжения вычисляется в соответствии со статическим законом управления по формуле:

$$U_S = F_S \frac{U_{S\,ном}}{F_{S\,ном}},$$

где F_S *– текущее значение частоты напряжения статора,*

$F_{S\,ном}$ *– номинальная частота напряжения статора,*

$U_{S\,ном}$ *– номинальное линейное напряжение статора.*

Значение параметра может быть установлено в пределах от 0.05 до 2 с, шаг - 0.01 с (значение по умолчанию - 1 с).

- ***Кч ск*** *- «Коэффициент чувствительности режима ПЧ»*

Определяет чувствительность алгоритма поиска частоты к отклонению тока статора при сканировании. Задается в долях от номинального тока статора, определяемого параметром $I_{S\,ном}$ *(меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ»). Значение параметра может быть установлено в пределах от 0.001 до 0.05 с шагом 0.001 (по умолчанию - 0.01).*

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.32. САМОПИТАНИЕ

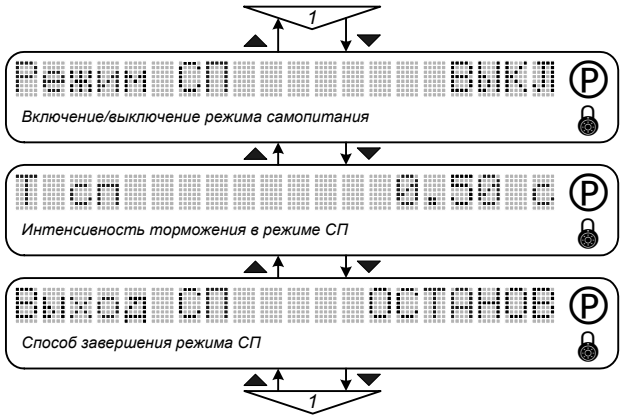


Рис. 9.39. Меню «Самопитание».

*Режим самопитания (СП) обеспечивает поддержание работоспособности электропривода при провалах напряжения питания. Реализация режима СП основана на использовании энергии, накопленной нагрузкой и возвращаемой в инвертор при частотном торможении (см. п. 7.15). Режим активизируется при снижении напряжения на конденсаторах фильтра до уровня -15% от номинального значения, определяемого параметром **Udc ном** (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ») – начинается процесс торможения, который приостанавливается при достижении уровня напряжения **Udc ном**. В режиме СП порог срабатывания защиты от понижения напряжения установлен на уровне -20% от **Udc ном.***

- ***Режим СП** - «Включение / выключение режима самопитания»*

Позволяет разрешить или запретить использование режима самопитания. Значение по умолчанию – ВЫКЛ.

- ***T сп** - «Интенсивность торможения в режиме СП»*

Задает интенсивность торможения двигателя при активизации режима СП, при этом параметры задатчика интенсивности (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ЗАДАТЧИК ИНТЕНСИВ.») игнорируются. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0.1 до 100 с, шаг - 0.05 с (значение по умолчанию - 0.5 с).

- ***Выход СП** - «Способ завершения режима СП»*

Позволяет выбрать способ завершения режима самопитания. Возможные значения параметра: ОСТАНОВ (по умолчанию) и ЗАДАНИЕ.

*Если установлено значение **ОСТАНОВ**, при выходе из режима СП (напряжение питающей сети восстановилось) выполняется останов двигателя с интенсивностью, определяемой параметрами задатчика, после чего преобразователь блокируется и выдается флаг защиты от понижения напряжения **L**. Если выбрано значение **ЗАДАНИЕ**, при выходе из режима СП привод отрабатывает текущий сигнал задания.*

9.33. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

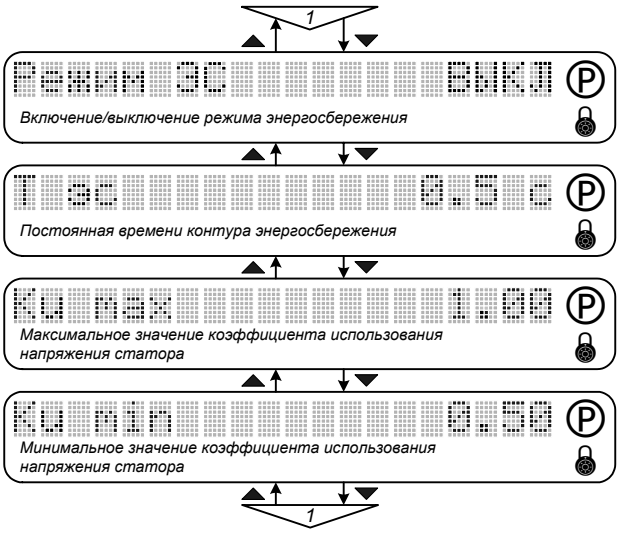


Рис. 9.40. Меню «Энергосбережение».

При использовании режима энергосбережения формируется оптимальный с точки зрения минимизации потребления электроэнергии статический закон управления, что достигается введением в структуру системы управления дополнительного контура регулирования коэффициента использования напряжения статора (см. п.п. 7.11, 9.41).

- ***Режим ЭС** - «Включение / выключение режима энергосбережения»*

Позволяет включить или выключить режим энергосбережения. Значение по умолчанию – ВЫКЛ.

- ***T эс** - «Постоянная времени контура энергосбережения»*

Определяет динамические свойства контура энергосбережения. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0.1 до 4.0 с, шаг - 0.1 с. Значение по умолчанию - 0.5 с.

- ***Ku max** - «Максимальное значение коэффициента использования напряжения статора»*

Устанавливает ограничение максимального значения коэффициента использования напряжения статора, которое может быть получено в результате работы контура энергосбережения. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0.1 до 2 с шагом 0.01. Значение по умолчанию - 1.0.

- ***Ku min** - «Минимальное значение коэффициента использования напряжения статора»*

Устанавливает ограничение минимального значения коэффициента использования напряжения статора, которое может быть получено в результате работы контура энергосбережения. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0.1 до 2 с шагом 0.01. Значение по умолчанию - 0.5.

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.34. «ПЛОХАЯ» СЕТЬ

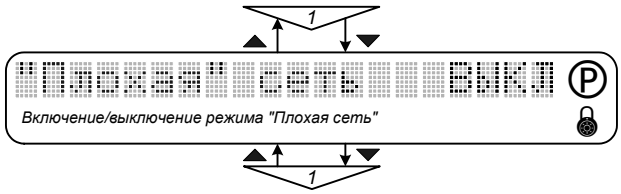


Рис. 9.41. Меню «Плохая сеть».

Режим используется в условиях нестабильной («плохой») питающей сети для обеспечения работоспособности электропривода при длительных снижениях (до 378 В) и кратковременных провалах (до 270 В) выпрямленного напряжения (см. п.п. 7.16).

- ***«Плохая» сеть** - «Включение / выключение режима «Плохая сеть»*

Позволяет включить или выключить режим «Плохая сеть». Значение по умолчанию – ВЫКЛ. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.35. СИНХРОКОММУТАЦИЯ

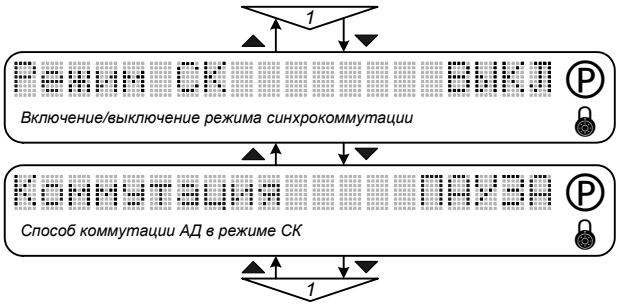


Рис. 9.42. Меню «Синхрокоммутация».

Режим используется для «мягкого» (без значительных бросков тока) переключения питания асинхронного двигателя от ПЧ к сети и от сети к ПЧ (см. п.п. 7.17). Для этого перед коммутацией силовых цепей выходное напряжение ПЧ синхронизируется с напряжением питающей сети по частоте, амплитуде и фазе. Подключение двигателя к ПЧ или к сети осуществляется внешними контакторами по сигналам системы управления ПЧ.

- ***Режим СК** - «Включение / выключение режима синхрокоммутации»*

*Позволяет включить или выключить режим синхрокоммутации. Значение по умолчанию – ВЫКЛ. Включение режима СК индицируется флагом **k** в позиции 13 строки состояния.*

Командой на переключение является подача сигнала на логический вход, для которого назначена функция «Переход на сеть» в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЛОГИЧЕСКИЕ ВХОДЫ». Активный уровень сигнала соответствует подключению двигателя к сети, пассивный – к ПЧ.

- ***Коммутация** - «Способ коммутации АД в режиме СК»*

Определяет алгоритм управления внешними контакторами при переключении двигателя в режиме синхрокоммутации. Возможные значения параметра: ПАУЗА (по умолчанию) и ПЕРЕКР.

*Если установлено значение **ПАУЗА**, то при выполнении коммутации после выключения одного контактора формируется выдержка времени, а затем формируется сигнал на включение второго контактора. При коммутации с перекрытием (значение параметра **ПЕРЕКР**) сначала включается второй контактор, а затем отключается первый.*

При коммутации с паузой исключается параллельная работа ПЧ с сетью и, следовательно, необходимость установки уравнительного реактора, однако возможны броски тока большие, чем при переключении с перекрытием.

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.36. НАБОР ПАРАМЕТРОВ 1

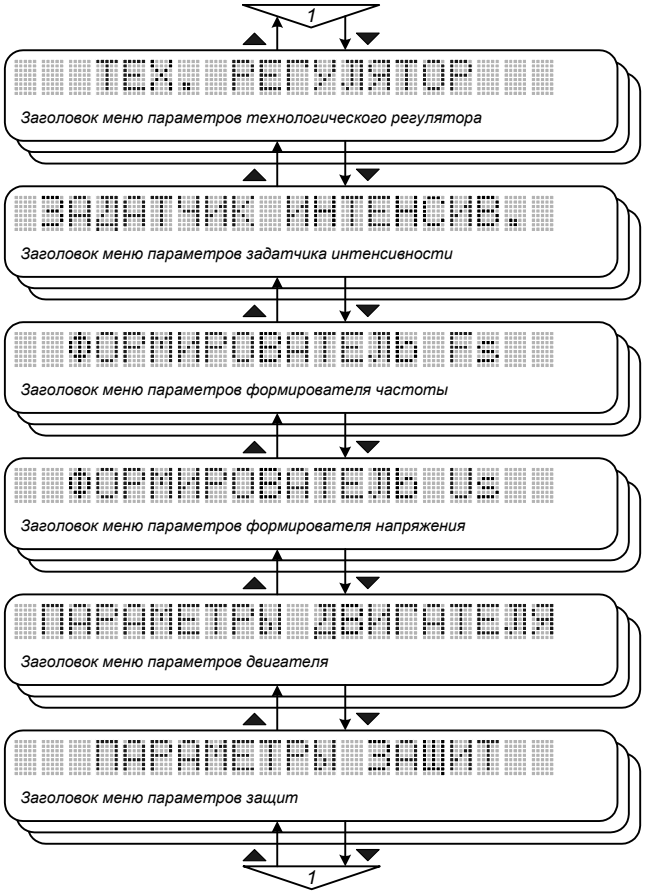


Рис. 9.43. Меню «Набор параметров 1».

Меню включает заголовки вложенных меню, содержащих параметры, входящие в первый набор. Меню НАБОР ПАРАМЕТРОВ 1 - НАБОР ПАРАМЕТРОВ 4 аналогичны.

Различные наборы параметров могут использоваться для хранения различных вариантов настроек системы управления, параметров различных подключаемых двигателей, уставок защит для различных условий работы. Любой из наборов может активизироваться с помощью запрограммированных логических сигналов. Эти сигналы могут управляться, например, переключением режима работы (нормальный / пожарный), сменой двигателя или рабочего механизма и т.д.

9.37. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР

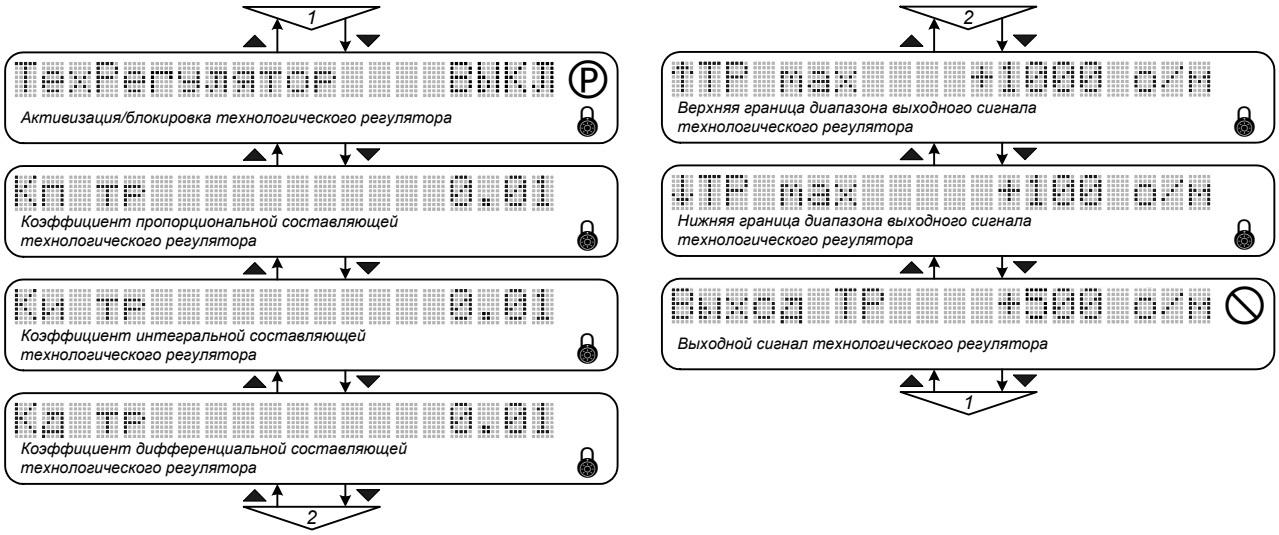


Рис. 9.44. Меню «Тех. Регулятор».

- ***ТехРегулятор*** *- «Активизация/блокировка технологического регулятора»*

Определяет наличие в структуре системы управления технологического регулятора (см. описание меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ»). Если установлено значение ***ВКЛ****, технологический регулятор включен, привод отрабатывает задание по технологической переменной Если установлено значение* ***ВЫКЛ****, технологический регулятор исключен из структуры системы управления, привод отрабатывает задание по скорости. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.*

- ***Кп тр*** *- «Коэффициент пропорциональной части технологического регулятора»*

Определяет коэффициент пропорциональной части технологического регулятора. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 100 с шагом 0.01. Параметр доступен для редактирования при вводе пароля пользователя.

- ***Ки тр*** *- «Коэффициент интегральной части технологического регулятора»*

Определяет коэффициент интегральной части технологического регулятора. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 100 с шагом 0.01. Параметр доступен для редактирования при вводе пароля пользователя.

- ***Кд тр*** *- «Коэффициент дифференциальной части технологического регулятора»*

Определяет коэффициент дифференциальной части технологического регулятора. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 100 с шагом 0.01. Параметр доступен для редактирования при вводе пароля пользователя.

- ***↑TP max*** *- «Верхняя граница диапазона выходного сигнала технологического регулятора»*
- ***↓TP max*** *- «Нижняя граница диапазона выходного сигнала технологического регулятора»*

Устанавливают ограничения выходного сигнала технологического регулятора, определяющие диапазон изменения задания по скорости. Размерность параметров - об/мин. Значение параметров может быть установлено в пределах от -32000 до +32000 об/мин с шагом 1 об/мин. Параметр доступен для редактирования при вводе пароля пользователя.

- ***Выход TP*** *- «Выходной сигнал технологического регулятора»*

Текущее значение выходного сигнала технологического регулятора. Параметр недоступен для редактирования.

Рекомендации по настройке технологического регулятора приведены в п.7.9.

9.38. ЗАДАТЧИК ИНТЕНСИВНОСТИ

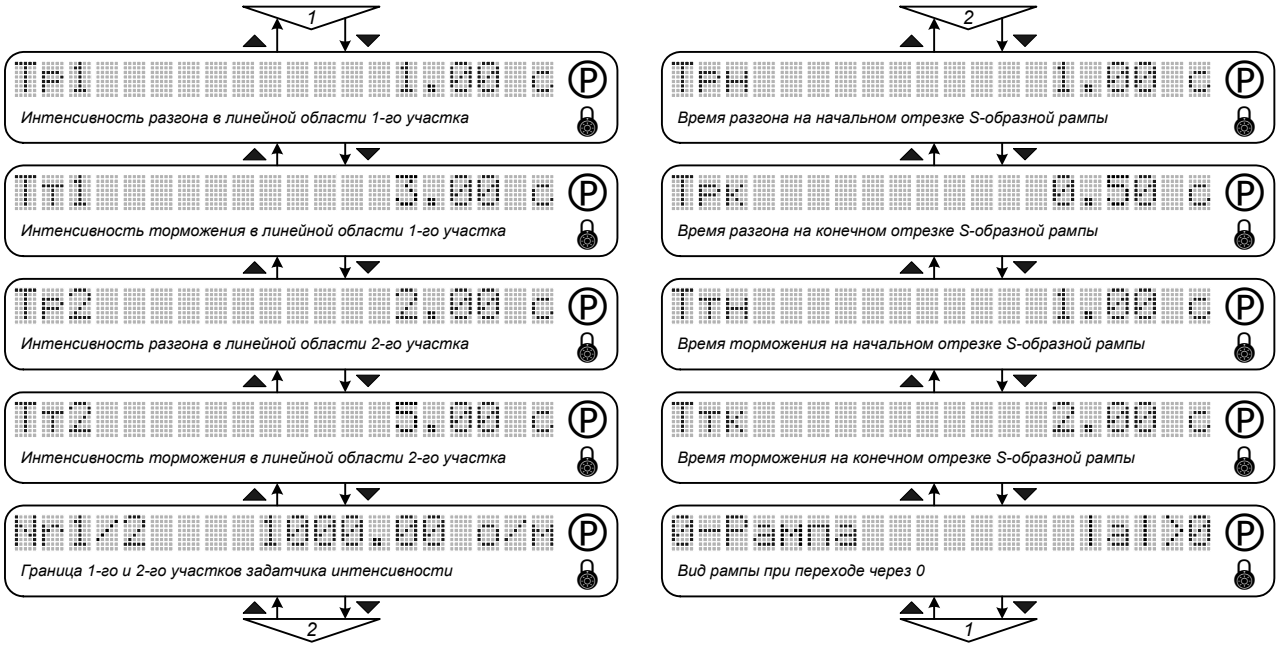


Рис. 9.45. Меню «Задатчик интенсив.».

Параметры меню позволяют выполнить настройку задатчика интенсивности - желаемую временную зависимость отработки приводом задания по скорости. На рис. 9.46 показаны два варианта формы задатчика интенсивности (рампы):

- *Кривая ━━━ - для общего случая (S-образная рампа),*
- *Кривая ─── - для частного случая (линейная рампа: Tрн=Tрк=Tтн=Tтк=0).*

2-ой участок задатчика интенсивности может быть использован для снижения темпа разгона / торможения во второй зоне регулирования скорости электропривода.

- ***Tp1** - «Интенсивность разгона в линейной области 1-го участка»*

Устанавливает интенсивность нарастания скорости в линейной области 1-го участка задатчика интенсивности – отрезки 2-3 и 14-15 (1-4' и 13-16'). Определяет предельное значение ускорения для 1-го участка. Задается временем нарастания от 0 до номинального значения скорости двигателя:

$$a_{p1} = \frac{N_{r\,ном}}{T_{p1}}$$

Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 3276.75 с, шаг - 0.05 с. Значение по умолчанию - 5.00 с.

- ***Tm1** - «Интенсивность торможения в линейной области 1-го участка»*

Устанавливает интенсивность снижения скорости в линейной области 1-го участка задатчика интенсивности – отрезки 10-11 и 18-19 (9'-12' и 17-20'). Определяет предельное значение

темпа замедления для 1-го участка. Задается временем снижения скорости двигателя от номинального значения до 0:

$$a_{m1} = \frac{N_{r\,ном}}{T_{m1}}$$

Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 3276.75 с, шаг - 0.05 с. Значение по умолчанию - 5.00 с.

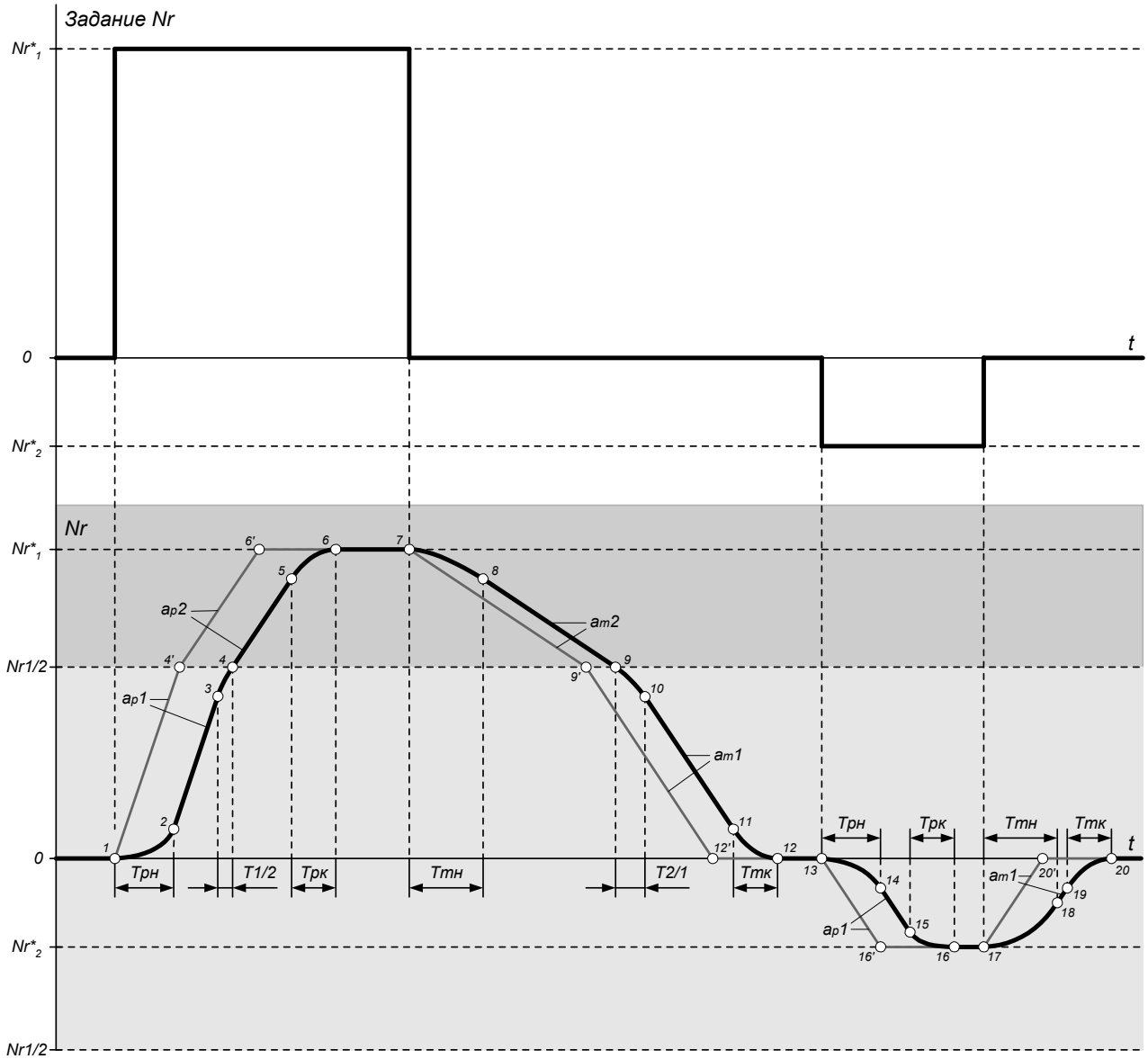


Рис. 9.46. Настройка параметров задатчика интенсивности.

- ***Тр2*** *- «Интенсивность разгона в линейной области 2-го участка»*

Устанавливает интенсивность нарастания скорости в линейной области 2-го участка задатчика интенсивности – отрезок 4-5 (4'-6'). Определяет предельное значение ускорения для 2-го участка. Задается временем нарастания от 0 до номинального значения скорости двигателя:

$$a_{p}2 = \frac{N_{r\,ном}}{T_{p}2}$$

Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 3276.75 с, шаг - 0.05 с. Значение по умолчанию - 10.00 с.

- ***Тт2*** *- «Интенсивность торможения в линейной области 2-го участка»*

Устанавливает интенсивность снижения скорости в линейной области 2-го участка задатчика интенсивности – отрезок 8-9 (7-9'). Определяет предельное значение темпа замедления для 2-го участка. Задается временем снижения скорости двигателя от номинального значения до 0:

$$a_{m}2 = \frac{N_{r\,ном}}{T_{m}2}$$

Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 3276.75 с, шаг - 0.05 с. Значение по умолчанию - 10.00 с.

- ***Nr1/2*** *- «Граница 1-го и 2-го участков задатчика интенсивности»*

Определяет уровень скорости двигателя, на котором происходит переход с 1-го участка задатчика интенсивности на 2-ой и обратно. Максимальное значение параметра 10 000 об/мин. По умолчанию установлено значение номинальной скорости двигателя.

- ***Трн*** *- «Время разгона на начальном отрезке S-образной рампы»*
- ***Трк*** *- «Время разгона на конечном отрезке S-образной рампы»*

Определяют время нарастания скорости двигателя на начальном и конечном отрезках S-образной рампы при разгоне – отрезки 1-2, 13-14 и 5-6, 15-16 соответственно. Значения параметров могут быть установлены в пределах от 0 до 3276.75 с, шаг - 0.05 с. Значения по умолчанию - 0.00 с.

- ***Тмн*** *- «Время торможения на начальном отрезке S-образной рампы»*
- ***Тмк*** *- «Время торможения на конечном отрезке S-образной рампы»*

Определяют время снижения скорости двигателя на начальном и конечном отрезках S-образной рампы при торможении – отрезки 7-8, 17-18 и 11-12, 19-20 соответственно. Значения параметров могут быть установлены в пределах от 0 до 3276.75 с, шаг - 0.05 с. Значения по умолчанию - 0.00 с.

На начальных и конечных участках S-образной рампы (Трн, Трк, Тмн, Тмк), а также при переходе с 1-го участка задатчика интенсивности на 2-ой и обратно (отрезки 3-4 и 9-10) изменение интенсивности разгона (ускорение) и торможения (замедление) происходит по линейному закону (см. рис. 9.47).

- ***0-Рампа*** *- «Вид рампы при переходе через 0»*

Определяет вид рампы при изменении направления вращения двигателя (переход через 0). Параметр может принимать два значения:

|a| > 0 *– переход через 0 происходит без снижения интенсивности разгона / торможения до нуля (рис. 9.47, а),*

|a| = 0 *– при изменении направления интенсивность разгона / торможения снижается до нуля (рис. 9.47, б).*

По умолчанию установлено значение параметра **|a| > 0***.*

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

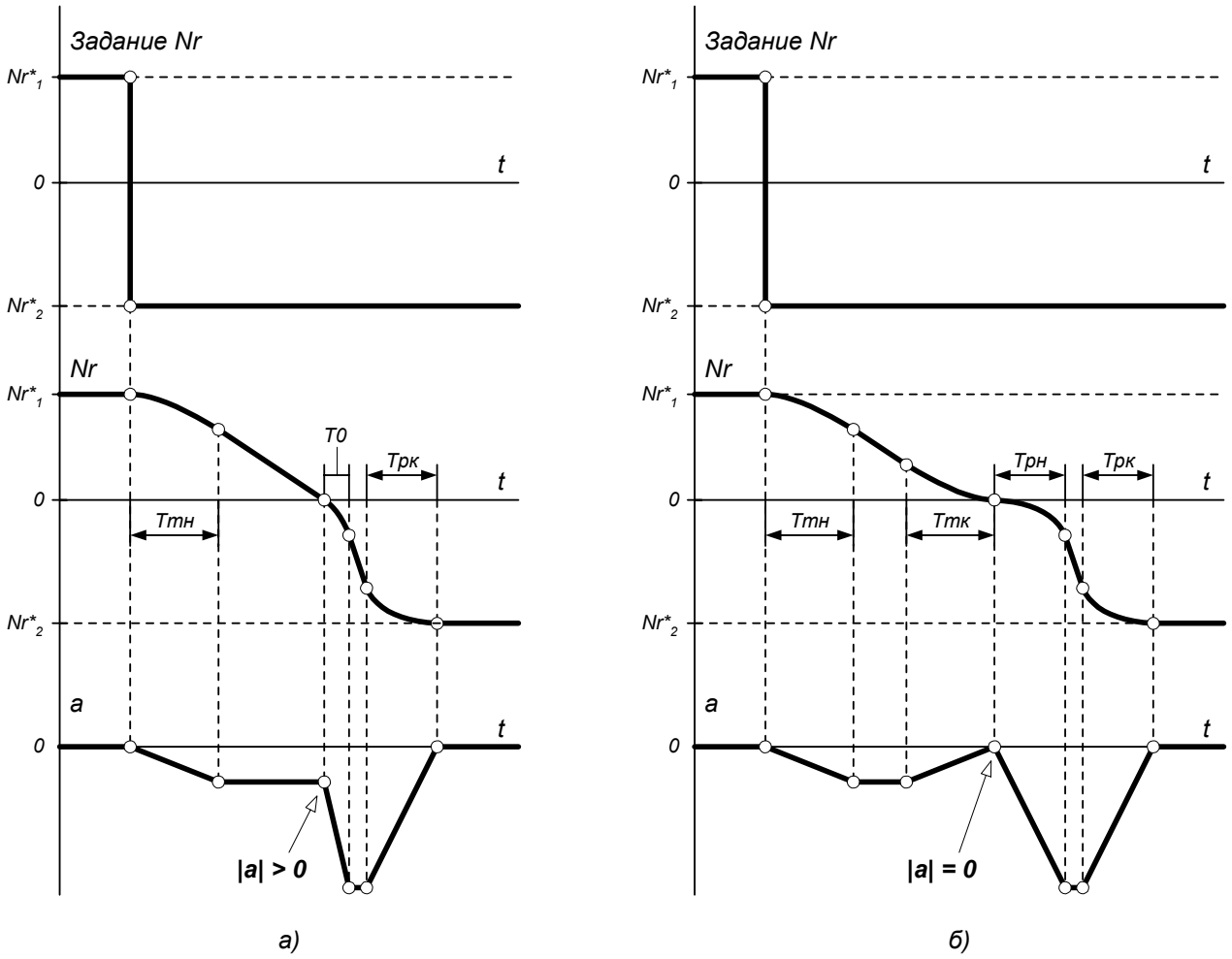


Рис. 9.47. Вид рампы при переходе через 0.

При использовании только первого участка задатчика интенсивности ($N_{r1/2} > |N_{r*}|$) суммарное время разгона / торможения T_Σ может быть вычислено по формулам:

Условие	Расчетная формула	
$\lvert \Delta N_r \rvert > \frac{N_{r\,ном}}{T_2} \cdot \frac{T_1 + T_3}{2}$	$T_\Sigma = \frac{\lvert \Delta N_r \rvert}{N_{r\,ном}} \cdot T_2 + \frac{T_1 + T_3}{2}$	(9.38.1)
$\lvert \Delta N_r \rvert = \frac{N_{r\,ном}}{T_2} \cdot \frac{T_1 + T_3}{2}$	$T_\Sigma = T_1 + T_3$	(9.38.2)
$\lvert \Delta N_r \rvert < \frac{N_{r\,ном}}{T_2} \cdot \frac{T_1 + T_3}{2}$	$T_\Sigma = \sqrt{\frac{2 \Delta N_r T_2 (T_1 + T_3)}{N_{r\,ном}}}$	(9.38.3)

где N_{r*} - заданный (конечный) уровень скорости,

ΔN_r - приращение скорости (разность между заданным и начальным уровнями скорости),

$N_{r\,ном}$ - номинальная скорость (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ»),

$T_1 = T_{рн}$, $T_2 = T_{р1}$, $T_3 = T_{рк}$ - для расчета времени разгона,

$T_1 = T_{тн}$, $T_2 = T_{т1}$, $T_3 = T_{тк}$ - для расчета времени торможения.

Формулы (9.38.1) – (9.38.3) справедливы для следующих случаев:

- ***(9.38.1)** - в S-образной рампе присутствует линейная область.*
- ***(9.38.2)** - в S-образной рампе отсутствует линейная область, предельное ускорение, заданное параметром **Тр1** (для разгона) или **Тт1** (для торможения), достигается.*
- ***(9.38.3)** - в S-образной рампе отсутствует линейная область, предельное ускорение, заданное параметром **Тр1** (для разгона) или **Тт1** (для торможения), не достигается. В этом случае время разгона / торможения на начальных и конечных отрезках S-образной рампы будет меньше значений, заданных соответствующими параметрами $T_{рн}$, $T_{рк}$, $T_{тн}$, $T_{тк}$.*

При использовании только линейной рампы суммарное время разгона / торможения может быть вычислено по формуле (9.38.1) с подстановкой параметров $T_1 = T_3 = 0$.

Следует иметь в виду, что реальное время разгона / торможения будет определяться кроме того настройкой регуляторов и входных фильтров, а также соотношением мощности преобразователя и двигателя.

Более подробно алгоритм работы и методика расчета параметров задатчика интенсивности рассмотрены в Приложении 5 «Расчет параметров задатчика интенсивности».

9.39. ФОРМИРОВАТЕЛЬ Fs

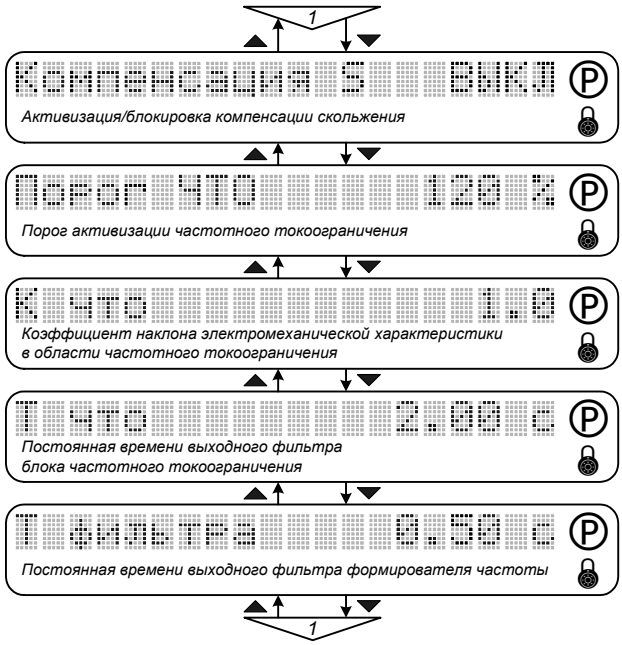


Рис. 9.48. Меню «Формирователь Fs».

- ***Компенсация S*** *- «Активизация/блокировка компенсации скольжения»*

Позволяет активизировать или блокировать функцию компенсации скольжения в канале формирования задания по частоте. Компенсация скольжения во всех четырех квадрантах механической характеристики электропривода позволяет более точно регулировать скорость двигателя. Блок компенсации скольжения работает корректно при условии правильного определения параметров двигателя (по результатам проведения процедуры автонастройки или расчета по паспортным данным). При отсутствии возможности определения параметров двигателя с достаточной точностью функцию компенсации скольжения рекомендуется отключить.

- ***Порог ЧТО*** *- «Порог активизации частотного токоограничения»*

Определяет пороговое значение тока статора, при достижении которого вступает в действие частотное токоограничение (см. п. 7.4). Значение параметра устанавливается в % от номинального тока статора, определяемого параметром ***Is ном*** *(меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ»). Значение по умолчанию - 110 %. При подключении к ПЧ двигателя, номинальный ток которого больше номинального тока ПЧ, пороговое значение тока статора для режима ЧТО будет определяться номинальным током ПЧ.*

- ***К что*** *- «Коэффициент наклона электромеханической характеристики в области частотного токоограничения»*

Задает снижение частоты напряжения статора при превышении током статора порога активизации частотного токоограничения, т.е. определяет крутизну наклона электромеханической характеристики в области частотного токоограничения. При установленном по умолча-

*нию значении **K что** = 5.5 частота снизится на величину **Fs ном** (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ») при токе статора, равном 1.35 * **Is ном**. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 10.0 с шагом 0.1. Требуемое значение коэффициента выбирается из условий необходимого ограничения тока статора в области больших (превышающих номинальные) моментов и токов нагрузки. Значение по умолчанию - 5.5.*

- ***T что** - «Постоянная времени выходного фильтра блока частотного токоограничения»*

Определяет значение постоянной времени фильтра первого порядка на выходе блока частотного токоограничения. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0.01 до 8.0 с, шаг - 0.01 с. Значение по умолчанию - 0.5 с.

- ***T фильтра** - «Постоянная времени выходного фильтра формирователя частоты»*

Определяет значение постоянной времени фильтра первого порядка на выходе формирователя частоты. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0.01 до 4.0 с, шаг - 0.01 с. Рекомендуемое соотношение:

$$T_{фильтра} = [1 \ldots 3]\, T_r ,$$

где $T_r = L_m / R_r$ *- постоянная времени роторной цепи.*

Значение по умолчанию - $T_{фильтра} \cong 2\, T_r$.

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.40. ФОРМИРОВАТЕЛЬ Us

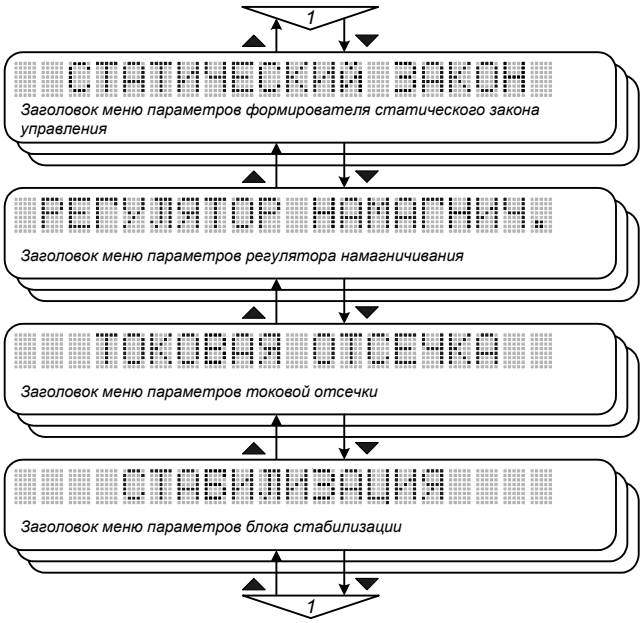


Рис. 9.49. Меню «Формирователь Us».

Меню содержит настройки канала формирования напряжения статора: формирователя статического закона управления, регулятора намагничивания, блока токовой отсечки и блока стабилизации.

9.41. СТАТИЧЕСКИЙ ЗАКОН

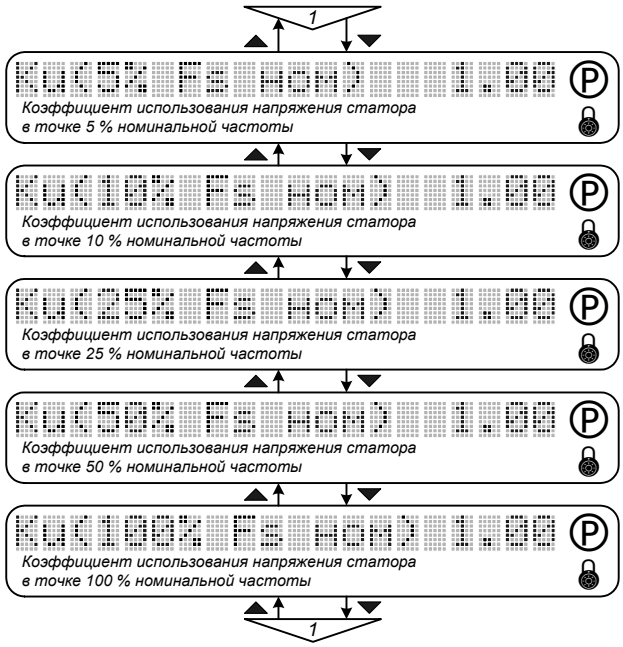


Рис. 9.50. Меню «Статический закон».

С помощью параметров меню формируется статический закон управления - зависимость заданных значений амплитуды напряжения статора от задания по частоте.

В пяти дискретных точках частотного диапазона (5, 10, 25, 50 и 100% от номинальной частоты напряжения статора ***Fs ном****) задаются значения коэффициента использования напряжения статора (см. рис.9.49). Текущее значение задания по напряжению статора во всем частотном диапазоне вычисляется путем линейной аппроксимации зависимости Ku (Fs) между заданными точками по формуле:*

$$U_{sz1} = K_u \frac{U_{s\,ном}}{F_{s\,ном}} F_{sz},$$

где K_u *- текущее значение коэффициента использования напряжения статора,*

$U_{s\,ном}$ *- номинальное линейное напряжение статора,*

$F_{s\,ном}$ *- номинальная частота напряжения статора,*

F_{sz} *- текущее значение задания по частоте напряжения статора.*

На отрезке от 0 до 5% Fs ном коэффициент использования напряжения статора приравнивается заданному в точке 5% Fs ном, а на частотах свыше 100% Fs ном - значению, установленному для точки 100% Fs ном (при этом во второй зоне регулирования реальное значение напряжения статора остается неизменным при достижении максимально возможного значения).

Пределы изменения параметров - от 0.5 до 2, шаг - 0.01. Значение по умолчанию - 1.00.

Оптимизацию статического закона управления целесообразно производить в зависимости от конкретной нагрузочной характеристики объекта с целью достижения тех или иных показа-

телей электропривода: снижение энергопотребления, уменьшение потерь в двигателе, снижение шума и вибраций при работе механизма, обеспечение необходимого пускового момента и т.д. (см. п.п. 7.6 и 7.7).

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

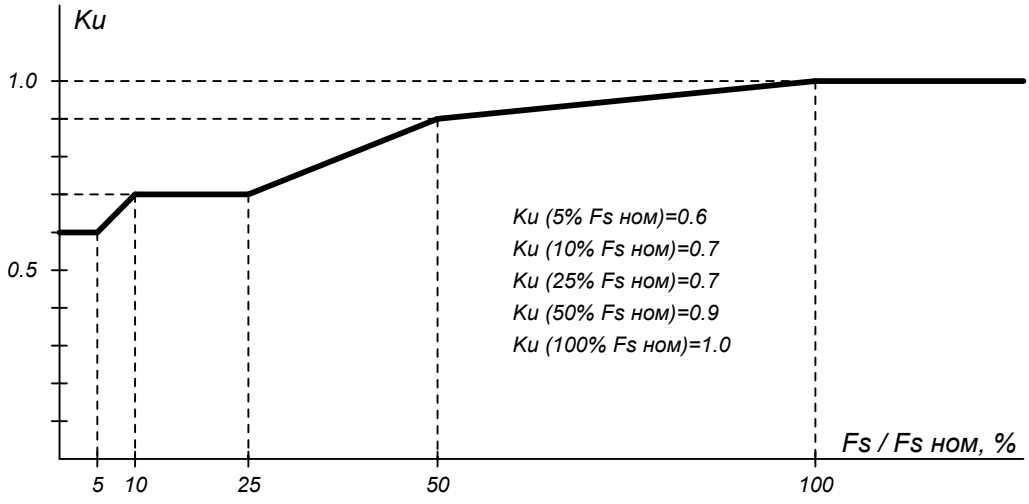


Рис. 9.51. Формирование статического закона управления.

9.42. РЕГУЛЯТОР НАМАГНИЧИВАНИЯ

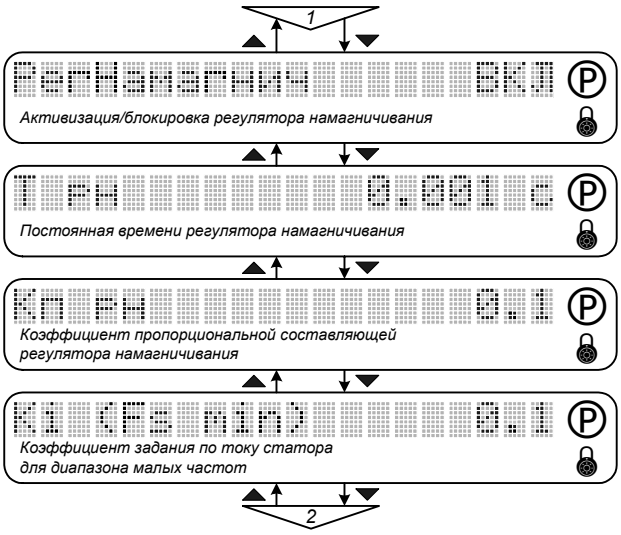


Рис. 9.52. Меню «Регулятор намагничивания».

- ***РегНамагнич*** *- «Активизация/блокировка регулятора намагничивания»*

Позволяет выключить или включить в структуру системы управления регулятор намагничивания, который обеспечивает поддержание ЭДС двигателя на уровне, задаваемом формирователем статического закона управления. Регулятор намагничивания работает корректно при условии правильного определения параметров двигателя (по результатам проведения процедуры автонастройки или расчета по паспортным данным). При отсутствии возможности определения параметров двигателя с достаточной точностью регулятор намагничивания рекомендуется выключить.

- ***Т рн*** *- «Постоянная времени регулятора намагничивания»*

Определяет значение постоянной времени регулятора намагничивания. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0.001 до 1 с, шаг - 0.001 с. Значение по умолчанию - 0.25 с. Рекомендуемое соотношение:

$$T_{рн} = [1 \ldots 3]\, T_r ,$$

где $T_r = L_m / R_r$ *- постоянная времени роторной цепи.*

Значение по умолчанию - $T_{рн} \cong 2\, T_r$ *.*

- ***Кп рн*** *- «Коэффициент пропорциональной составляющей регулятора намагничивания»*

Определяет коэффициент пропорциональной составляющей регулятора намагничивания. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 2 с шагом 0.1. Значение по умолчанию - 0.3.

- ***Ki (Fs min)*** *- «Коэффициент задания по току статора для диапазона малых частот»*

Определяет уровень задания по току статора при изменении частоты напряжения статора в диапазоне от 0 до Fs min (на этой частоте происходит переключение входной переменной регулятора с ЭДС двигателя, заданной формирователем статического закона управления, на ток статора, см. п.4.2.2). Значение параметра устанавливается в долях от номинального тока статора, определяемого параметром ***Is ном*** *(меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ»). При подключении к ПЧ двигателя, номинальный ток которого больше номинального тока ПЧ, значение тока статора для диапазона малых частот будет определяться номинальным током ПЧ. Формирование тока статора в диапазоне частоты напряжения (0 – Fs min) выполняется независимо от состояния флага включения/выключения регулятора намагничивания. Для того, чтобы исключить данный режим, необходимо приравнять параметр* ***Ki (Fs min)*** *нулю. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0 до 2 с шагом 0.1. Значение по умолчанию - 0.2. Требуемое значение коэффициента выбирается исходя из условий обеспечения необходимого уровня момента двигателя на малых частотах. При этом следует помнить, что у двигателей с самовентиляцией на низких частотах вращения в значительной степени ухудшаются условия охлаждения, поэтому длительная работа с большим током может вызвать перегрев.*

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.43. ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА

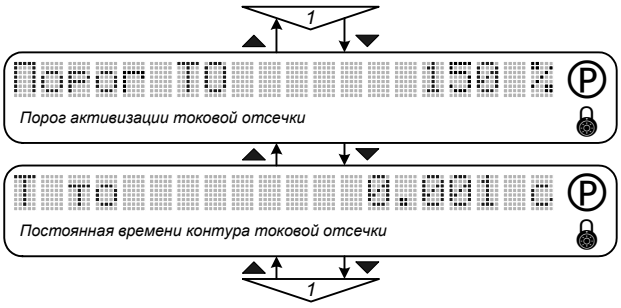


Рис. 9.53. Меню «Токовая отсечка».

Блок токовой отсечки ограничивает ток статора двигателя посредством воздействия на канал формирования напряжения. Наряду с блоком частотного токоограничения служит для формирования электромеханической характеристики электропривода (см. п. 7.4).

- ***Порог ТО** - «Порог активизации токовой отсечки»*

Определяет пороговое значение тока статора, при достижении которого вступает в действие токовая отсечка. Значение параметра устанавливается в % от номинального тока статора, определяемого параметром $I_{s\ ном}$ *(меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ»). При подключении к ПЧ двигателя, номинальный ток которого больше номинального тока ПЧ, пороговое значение тока статора для режима ТО будет определяться номинальным током ПЧ. Максимальное значение параметра - 250%. Значение по умолчанию - 135 %.*

- ***T то** - «Постоянная времени контура токовой отсечки»*

Постоянная времени фильтра 1-го порядка в канале токовой отсечки. Параметр определяет динамические свойства контура токовой отсечки. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0.001 до 4 с, шаг - 0.001 с. Рекомендуемое соотношение:

$T_{mo} = [1 \ldots 3]\, T_s$,

где $T_s = \delta L_s / R_s$ *- постоянная времени статорной цепи,*

δL_s *– индуктивность рассеяния,*

R_s *- активное сопротивление статора.*

Значение по умолчанию - $T_{mo} \cong 3\, T_s$.

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.44. СТАБИЛИЗАЦИЯ

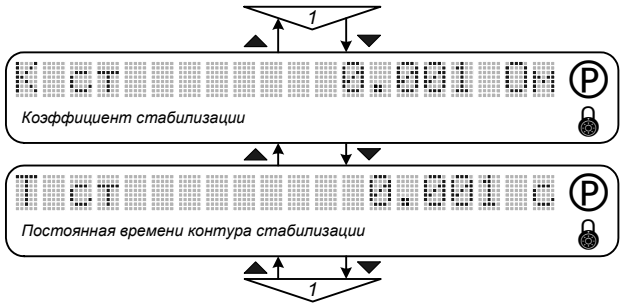


Рис. 9.54. Меню «Стабилизация».

Блок динамической стабилизации оказывает демпфирующее влияние на переходные процессы в электроприводе посредством воздействия гибкой обратной связи по току статора на канал формирования напряжения, тем самым обеспечивая желаемый запас устойчивости электропривода во всем частотном диапазоне (см. п.7.5).

- ***K cm** - «Коэффициент стабилизации»*

Определяет глубину влияния контура динамической стабилизации на канал формирования напряжения статора. Рекомендуемое соотношение:

$$K_{cm} = [1 \ldots 3] R_s ,$$

где R_s *- активное сопротивление статора.*

По умолчанию установлено значение $K_{cm} = R_s$.

- ***T cm** - «Постоянная времени контура стабилизации»*

Постоянная времени фильтра 1-го порядка, задает быстродействие контура динамической стабилизации. Значение параметра может быть установлено в пределах от 0.001 до 1 с, шаг - 0.001 с. Диапазон рекомендуемых значений:

$$T_{cm} = [4 \ldots 10] T_s ,$$

где $T_s = \delta L_s / R_s$ *- постоянная времени статорной цепи,*

δL_s *– индуктивность рассеяния,*

R_s *- активное сопротивление статора.*

Значение по умолчанию - $T_{cm} \cong 5\, T_s$.

9.45. ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ

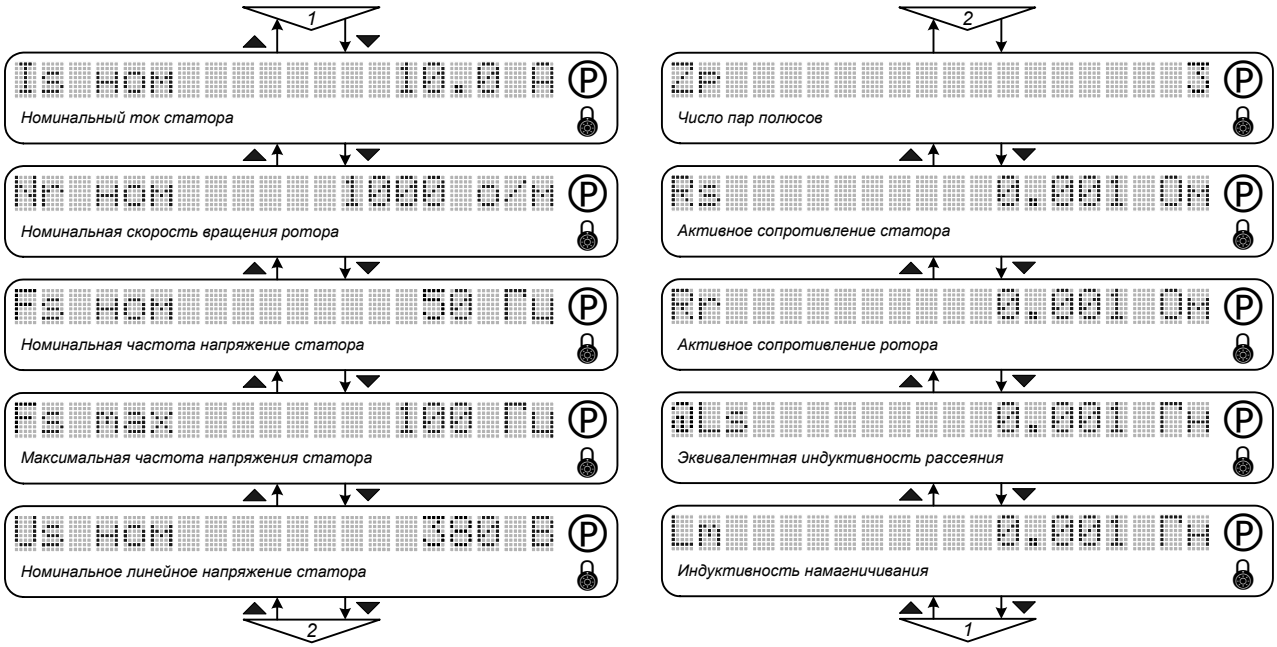


Рис. 9.55. Меню «Параметры двигателя».

- ***Is ном*** *- «Номинальный ток статора»*

Определяет номинальное действующее значение тока фазы статора двигателя. Размерность параметра - Ампер. Параметр используется для автоматического определения параметров двигателя, работы время-токовой защиты двигателя, при расчете порогов частотного токоограничения и токовой отсечки, задания по току статора для диапазона малых частот. Устанавливается значение, соответствующее подключенному двигателю.

- ***Nr ном*** *- «Номинальная скорость вращения ротора»*

Паспортное значение частоты вращения двигателя. Размерность параметра - об/мин. Максимальное значение - 32000 об/мин. Параметр используется для автоматического определения параметров двигателя. Устанавливается значение, соответствующее подключенному двигателю.

- ***Fs ном*** *- «Номинальная частота напряжения статора»*

Определяет номинальное значение частоты питающего напряжения двигателя. Размерность параметра - Гц. Максимальное значение - 400 Гц. Параметр используется для автоматического определения параметров двигателя, формирования статического закона управления. Устанавливается значение, соответствующее подключенному двигателю.

- ***Fs max*** *- «Максимальная частота напряжения статора»*

Максимальная рабочая частота напряжения статора. Размерность параметра - Гц. Максимальное значение - 400 Гц. Параметр используется для ограничения задания по частоте напряжения статора. Устанавливается значение, допустимое для подключенного двигателя и рабочего механизма.

- ***Us ном*** *- «Номинальное линейное напряжение статора»*

Определяет номинальное действующее значение линейного напряжения статора двигателя. Размерность параметра - Вольт. Параметр используется для автоматического определения параметров двигателя, формирования статического закона управления. Устанавливается значение, соответствующее подключенному двигателю.

- ***Zp*** *- «Число пар полюсов»*

Определяет число пар полюсов подключенного двигателя. Используется для работы наблюдателя состояния. Параметр может принимать значения - 1, 2, 3, 4.

- ***Rs*** *- «Активное сопротивление статора»*

Определяет значение активного сопротивления фазы обмотки статора. Размерность параметра - Ом. Используется для работы наблюдателя состояния.

- ***Rr*** *- «Активное сопротивление ротора»*

Определяет значение активного сопротивления фазы ротора. Размерность параметра - Ом. Используется для работы наблюдателя состояния.

- ***δLs*** *- «Эквивалентная индуктивность рассеяния»*

Определяет значение эквивалентной индуктивности рассеяния статорной цепи. Размерность - Гн. Параметр используется для вычисления коэффициентов регуляторов системы управления. Значение параметра может быть введено вручную (на основе расчетных данных, см. Приложение 1) или определяется автоматически в результате выполнения автонастройки.

- ***Lm*** *- «Индуктивность намагничивания»*

Определяет значение индуктивности цепи намагничивания. Размерность параметра - Гн. Используется для работы наблюдателя состояния.

*Значения параметров **Rs**, **Rr**, **δLs** и **Lm** могут быть введены вручную (на основе расчетных данных, см. Приложение 1) или определены автоматически в результате выполнения автонастройки.*

Значения по умолчанию для всех паспортных и расчетных параметров двигателя устанавливаются в соответствии с типовым рядом преобразователей частоты:

Типоразмер преобразователя частоты	***Параметры двигателя по умолчанию***
ЭПВ-ТТПТ-10-380-АО	*4А132S6У3*
ЭПВ-ТТПТ-16-380-АО	*4А132М6У3*
ЭПВ-ТТПТ-25-380-АО	*4А160S6У3*
ЭПВ-ТТПТ-32-380-АО	*4А160М6У3*
ЭПВ-ТТПТ-50-380-АО	*4А200М6У3*
ЭПВ-ТТПТ-63-380-АО	*4А200L6У3*
ЭПВ-ТТПТ-100-380-АО	*4А250S6У3*
ЭПВ-ТТПТ-125-380-АО	*4А250М6У3*
ЭПВ-ТТПТ-160-380-АО	*4А280S6У3*

Все параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.46. ПАРАМЕТРЫ ЗАЩИТ

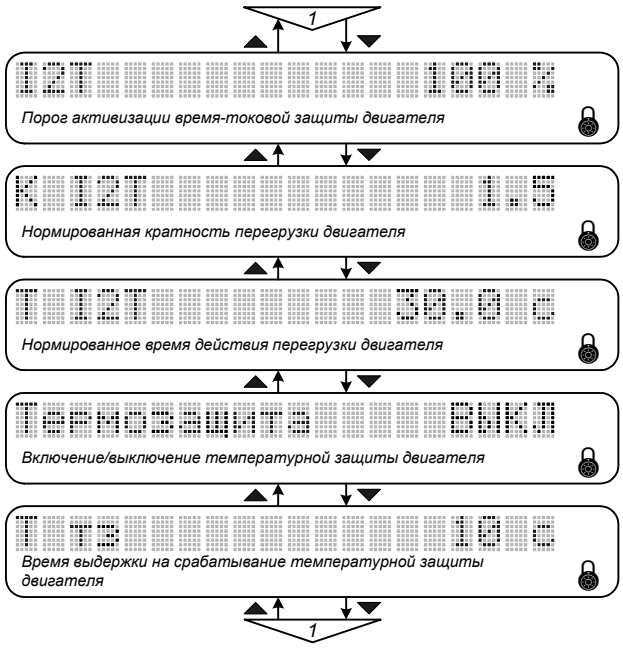


Рис. 9.56. Меню «Параметры защит».

- ***I2T*** *- «Порог активизации время-токовой защиты»*

Определяет порог активизации время-токовой защиты двигателя (см. п.4.2.3). Размерность параметра - % относительно номинального тока двигателя ***Is ном****, введенного в меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ».*

- ***K I2T*** *- «Нормированная кратность перегрузки двигателя»*

Определяет соотношение между допустимым током перегрузки и номинальным током двигателя. Значение по умолчанию - 1.5.

- ***T I2T*** *- «Нормированное время действия перегрузки двигателя»*

Определяет время выдержки на срабатывание время-токовой защиты двигателя при заданной кратности перегрузки. Значение по умолчанию - 30 с.

- ***Термозащита*** *- «Включение/выключение температурной защиты двигателя»*

Позволяет ввести в действие или заблокировать опрос компаратора датчика перегрева двигателя. Если в подключенном двигателе терморезистор не установлен или датчик не подключен, параметр должен быть установлен в состояние ВЫКЛ. Настройка температурной защиты двигателя выполняется согласно п.6.3.

- ***T тз*** *- «Время выдержки на срабатывание температурной защиты двигателя»*

Позволяет установить желаемую выдержку времени между моментом обнаружения перегрева двигателя и его отключением. Значение параметра может быть установлено в пределах от 1 до 60 с, значение по умолчанию - 10 с.

Параметры меню доступны для редактирования при вводе пароля пользователя.

10. Техническое обслуживание.

Техническое обслуживание электроприводов должно производиться в соответствии с "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей", "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" специально подготовленным персоналом.

Возможность работы электроприводов в условиях, отличных от указанных в данном техническом описании, должна согласовываться с изготовителем.

ВНИМАНИЕ! Любые измерения на клеммнике подключения силовых цепей производятся аппаратурой, корпус которой надежно изолирован от земли, или имеются дифференциальные входы, так как силовые цепи имеют гальваническую связь с сетью.

Перед проведением работ по обслуживанию и ремонту необходимо полностью обесточить электропривод, отключив силовое питание и питание цепей управления.

Техническое обслуживание электроприводов включает периодические проверки и регламентные работы.

При периодических проверках необходимо обращать внимание на следующее:

- *очищать преобразователь частоты от загрязнений;*
- *вентиляционные отверстия преобразователя частоты и шкафа, в котором он установлен должны обеспечивать свободное движение воздуха;*
- *регулярно проверять подводящие кабели, надежность затяжки винтовых клемм.*

Периодичность регламентных работ:

Вид регламентных работ	***Интервал***
Проверка температуры, чистка силового радиатора и вентиляторов	*Каждые 6 – 12 месяцев в зависимости от запыленности*
Замена вентиляторов охлаждения	*Каждые 5 лет*
Замена электролитических конденсаторов	*Каждые 5 лет*

Чистку радиатора выполнять со снятием вентиляторов. Продувать межреберное пространство чистым сжатым воздухом, удаляя вылетающую пыль.

Рабочий ресурс используемых вентиляторов охлаждения составляет 40 000 – 60 000 часов. Фактический срок службы зависит от условий эксплуатации. Отказу вентиляторов предшествует заметное усиление шума при их работе.

*Для своевременного выполнения замен вентиляторов охлаждения и конденсаторов следует периодически контролировать время наработки преобразователя (меню «МОНИТОР / **Наработка** *** *** ч»). О выполненных работах делать отметки в журнале проведения регламентов.*

Нормативный ресурс электролитических конденсаторов, установленных в звене постоянного напряжения преобразователя частоты составляет 45 000 – 60 000 часов. Фактический срок службы зависит от нагрузки преобразователя и температуры окружающего воздуха. Длительное воздействие повышенной температуры снижает срок службы. Отказ конденсаторов сопровождается перегоранием предохранителей или срабатыванием защиты от понижения напряжения.

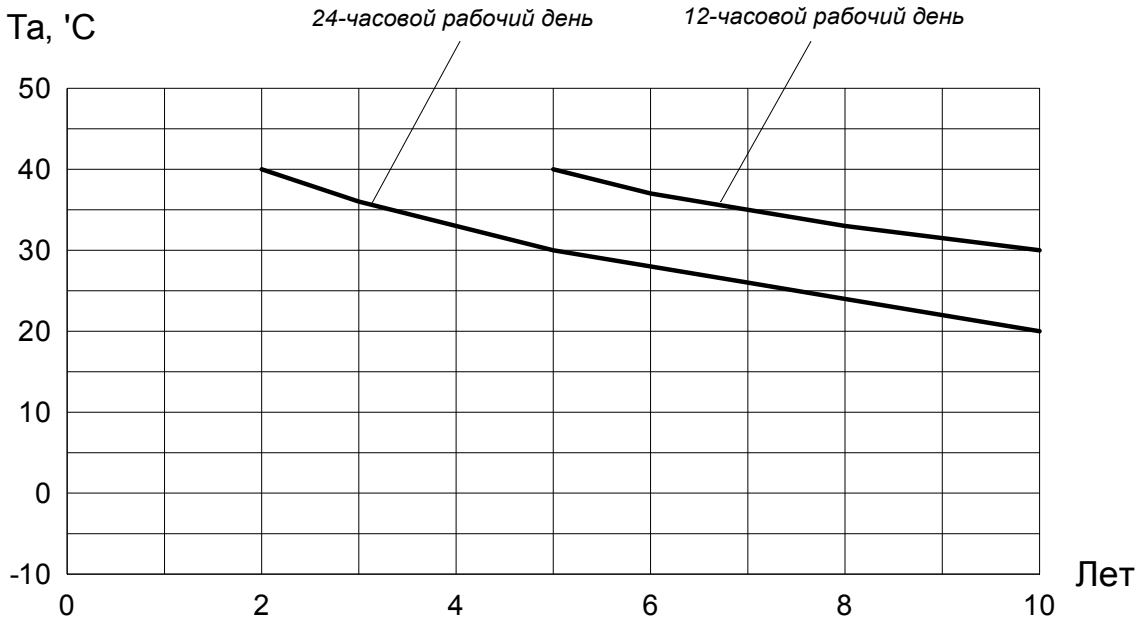


Рис.10.1. Зависимость срока службы конденсаторов фильтра от температуры окружающей среды.

11. Правила хранения и транспортировки.

11.1. Преобразователь частоты хранится в упакованном виде в условиях 1(Л) по ГОСТ15150-69.

11.2. Преобразователь частоты транспортируется любым видом крытого транспорта в надежно закрепленном положении, чтобы исключить любые возможные удары и перемещения его внутри транспортных средств.

11.3. При погрузочно-разгрузочных работах не допускается подвергать преобразователь частоты ударам.

12. Гарантийные обязательства.

Гарантийный срок эксплуатации преобразователей устанавливается два года со дня пуска в эксплуатацию, но не более двух с половиной лет со дня получения преобразователя потребителем.

Средняя наработка на отказ – 8000 ч.;

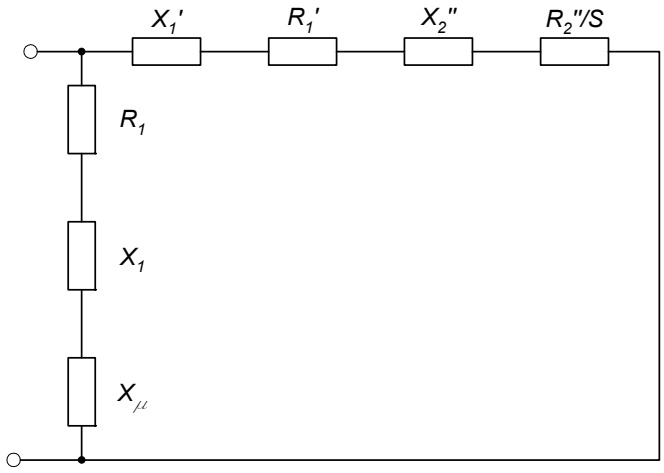
Средний срок службы – 12 лет.

Среднее время восстановления – не более 8 ч.,

с использованием резервных блоков и плат – 0.5 ч.

Расчетные соотношения и справочные данные двигателей

Справочные данные с Г-образной схемой замещения:



Г-образная схема замещения асинхронного двигателя.

X_μ *– главное индуктивное сопротивление;*
R_1' *– активное сопротивление обмотки статора;*
X_1' *– индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора;*
R_2'' *– приведенное к обмотке статора активное сопротивление обмотки ротора;*
X_2'' *– приведенное к обмотке статора индуктивное сопротивление рассеяния обмотки ротора.*

Формулы для расчета параметров :

1. $R_S = R_1 \cdot X_1 \cdot R_B$, *где*

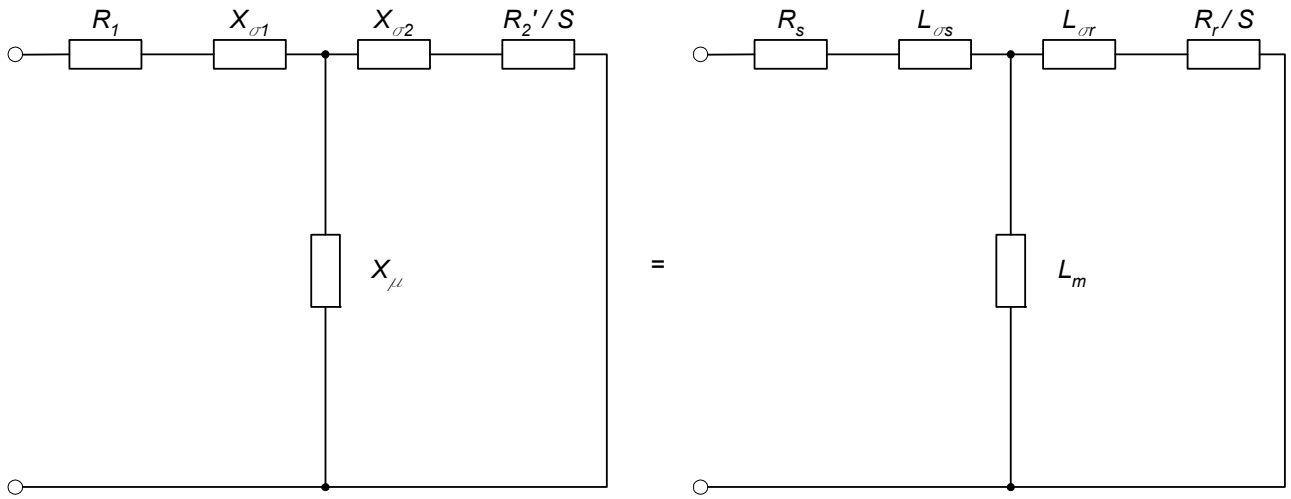
$$R_1 = R_1' / X_1', \qquad X_1 = 2X_1' \cdot X_\mu \frac{1}{X_\mu + \sqrt{X_\mu^2 + 4X_1' \cdot X_\mu}}, \qquad R_B = \frac{3U_H^2 \cdot \eta \cdot COS\varphi}{P_H} .$$

2. $R_r = R_2'' \cdot R_B \cdot \frac{1}{C_1'}$, *где* $C_1' = \left(1 + \left(\frac{X_1}{X_\mu}\right)\right)^2$.

3. $L_m = \frac{X_\mu \cdot R_B}{2\pi \cdot f_H}$.

4. $\delta L_S = \frac{L_s \cdot L_r - L_m^2}{L_r}$, *где* $L_s = \frac{R_B(X_1 + X_\mu)}{2\pi \cdot f_H}$, $L_r = \frac{X_\mu \cdot R_B + X_2'' \cdot R_B \cdot \frac{1}{C_1'}}{2\pi \cdot f_H}$

Справочные данные с Т-образной схемой замещения:



Т-образная схема замещения асинхронного двигателя.

R_1, R_S *– активное сопротивление обмотки статора;*
R_2' *– приведенное к обмотке статора активное сопротивление обмотки ротора;*
X_μ *– главное индуктивное сопротивление;*
$X_{\sigma 1}$ *– индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора;*
$X_{\sigma 2}$ *– индуктивное сопротивление рассеяния обмотки ротора.*

Формулы для расчета параметров :

1. $R_S = R_1$.

2. $R_r = R_2'$.

3. $L_m = \dfrac{X_\mu}{2\pi \cdot f_H}$

4. $\delta L_S = \dfrac{L_S \cdot L_r - L_m^2}{L_S \cdot L_r} \cdot L_S$, *где* $L_S = L_m + L_{\sigma S}$, $L_r = L_m + L_{\sigma r}$

Тип Двигателя	*Каталожные параметры*	*Расчетные параметры*
4А80В2У3	P_n=2,2 кВт; U_n=220 В; I_n=4,62 А; N_n=2871 об/мин; S_n=0,043; COSφ=0,87; η=0,83	R_s=3,56Ом; R_r=2,25Ом; L_m=0,4096Гн; δL_s=0,0198Гн
4А90L4У3	P_n=2,2 кВт; U_n=220 В; I_n=5 А; N_n=1423 об/мин; S_n=0,051; COSφ=0,83; η=0,8	R_s=4,15Ом; R_r=2,45Ом; L_m=0,293Гн; δL_s=0,0262Гн
4А100L6У3	P_n=2,2 кВт; U_n=220 В; I_n=6,64 А; N_n=949 об/мин; S_n=0,051; COSφ=0,73; η=0,81	R_s=3,33Ом; R_r=2,35Ом; L_m=0,236Гн; δL_s=0,0343Гн
4А112МА8У3	P_n=2,2 кВт; U_n=220 В; I_n=6,14 А; N_n=705 об/мин; S_n=0,06; COSφ=0,71; η=0,765	R_s=3,12Ом; R_r=2,61Ом; L_m=0,171Гн; δL_s=0,0272Гн
4А90L2У3	P_n=3,0 кВт; U_n=220 В; I_n=6,11 А; N_n=2871 об/мин; S_n=0,043; COSφ=0,88; η=0,845	R_s=2,55Ом; R_r=1,71Ом; L_m=0,389Гн; δL_s=0,0172Гн
4А100S4У3	P_n=3,0 кВт; U_n=220 В; I_n=6,68 А; N_n=1434 об/мин; S_n=0,044; COSφ=0,83; η=0,82	R_s=2,48Ом; R_r=1,63Ом; L_m=0,231Гн; δL_s=0,0201Гн
4А112МА6У3	P_n=3,0 кВт; U_n=220 В; I_n=7,38 А; N_n=953 об/мин; S_n=0,047; COSφ=0,76; η=0,81	R_s=2,44Ом; R_r=1,74Ом; L_m=0,18Гн; δL_s=0,0152Гн
4А112МВ8У3	P_n=3,0 кВт; U_n=220 В; I_n=7,73 А; N_n=706 об/мин; S_n=0,058; COSφ=0,74; η=0,795	R_s=2,14Ом; R_r=2,085Ом; L_m=0,145Гн; δL_s=0,0218Гн
4А100S2У3	P_n=4,0 кВт; U_n=220 В; I_n=7,87 А; N_n=2901 об/мин; S_n=0,033; COSφ=0,89; η=0,865	R_s=1,485Ом; R_r=0,975Ом; L_m=0,302Гн; δL_s=0,0131Гн
4А100L4У3	P_n=4,0кВт; U_n=220В; I_n=8,59А; N_n=1431об/мин; S_n=0,046; COSφ=0,84; η=0,84	R_s=1,66Ом; R_r=1,275Ом; L_m=0,196Гн; δL_s=0,0164Гн
4А112МВ6У3	P_n=4,0 кВт; U_n=220 В; I_n=9,12 А; N_n=949 об/мин; S_n=0,051; COSφ=0,81; η=0,82	R_s=1,793Ом; R_r=1,395Ом; L_m=0,153Гн; δL_s=0,0129Гн
4А132S8У3	P_n=4,0 кВт; U_n=220 В; I_n=10,4 А; N_n=704 об/мин; S_n=0,061; COSφ=0,7; η=0,83	R_s=1,354Ом; R_r=1,09Ом; L_m=0,107Гн; δL_s=0,0156Гн
4А100L2У3	P_n=5,5 кВт; U_n=220 В; I_n=10,5 А; N_n=2898 об/мин; S_n=0,034; COSφ=0,91; η=0,875	R_s=1,037Ом; R_r=0,736Ом; L_m=0,254Гн; δL_s=0,0105Гн
4А112М4У3	P_n=5,5 кВт; U_n=220 В; I_n=11,5 А; N_n=1446 об/мин; S_n=0,036; COSφ=0,85; η=0,855	R_s=1,195Ом; R_r=0,746Ом; L_m=0,171Гн; δL_s=0,0118Гн
4А132S6У3	P_n=5,5 кВт; U_n=220 В; I_n=12,3 А; N_n=967 об/мин; S_n=0,033; COSφ=0,8; η=0,850	R_s=1,16Ом; R_r=0,685Ом; L_m=0,109Гн; δL_s=0,0095Гн
4А132М8У3	P_n=5,5 кВт; U_n=220 В; I_n=13,6 А; N_n=719 об/мин; S_n=0,041; COSφ=0,74; η=0,830	R_s=1,073Ом; R_r=0,884Ом; L_m=0,093Гн; δL_s=0,0134Гн

4A112M2У3	P_n=7,5 кВт; U_n=220 В; I_n=14,8 А; N_n=2925 об/мин; S_n=0,025; COSφ=0,88; η=0,875	R_s=0,675Ом; R_r=0,405Ом; L_m=0,176Гн; δL_s=0,0089Гн
4A132S4У3	P_n=7,5 кВт; U_n=220 В; I_n=15,1 А; N_n=1457 об/мин; S_n=0,029; COSφ=0,86; η=0,875	R_s=0,681Ом; R_r=0,455Ом; L_m=0,139Гн; δL_s=0,0093Гн
4A132M6У3	P_n=7,5 кВт; U_n=220 В; I_n=16,4 А; N_n=968 об/мин; S_n=0,032; COSφ=0,81; η=0,855	R_s=0,779Ом; R_r=0,503Ом; L_m=0,09Гн; δL_s=0,0071Гн
4A160S8У3	P_n=7,5 кВт; U_n=220 В; I_n=17,6 А; N_n=731 об/мин; S_n=0,025; COSφ=0,75; η=0,860	R_s=0,879Ом; R_r=0,352Ом; L_m=0,079Гн; δL_s=0,0110Гн
4A132M2У3	P_n=11 кВт; U_n=220 В; I_n=21,0 А; N_n=2931 об/мин; S_n=0,023; COSφ=0,90; η=0,880	R_s=0,412Ом; R_r=0,254Ом; L_m=0,14Гн; δL_s=0,0058Гн
4A132M4У3	P_n=11 кВт; U_n=220 В; I_n=21,9 А; N_n=1458 об/мин; S_n=0,028; COSφ=0,87; η=0,875	R_s=0,421Ом; R_r=0,306Ом; L_m=0,102Гн; δL_s=0,0064Гн
4A160S6У3	P_n=11 кВт; U_n=220 В; I_n=22,5 А; N_n=973 об/мин; S_n=0,027; COSφ=0,86; η=0,86	R_s=0,688Ом; R_r=0,273Ом; L_m=0,093Гн; δL_s=0,0074Гн
4A160M8У3	P_n=11 кВт; U_n=220 В; I_n=25,5 А; N_n=731 об/мин; S_n=0,025; COSφ=0,75; η=0,87	R_s=0,536Ом; R_r=0,237Ом; L_m=0,055Гн; δL_s=0,0074Гн
4A160S2У3	P_n=15 кВт; U_n=220 В; I_n=28,4 А; N_n=2937 об/мин; S_n=0,021; COSφ=0,91; η=0,88	R_s=0,394Ом; R_r=0,163Ом; L_m=0,099Гн; δL_s=0,0050Гн
4A160S4У3	P_n=15 кВт; U_n=220 В; I_n=29,2 А; N_n=1465 об/мин; S_n=0,023; COSφ=0,88; η=0,885	R_s=0,347Ом; R_r=0,181Ом; L_m=0,096Гн; δL_s=0,0049Гн
4A160M6У3	P_n=15 кВт; U_n=220 В; I_n=29,9 А; N_n=974 об/мин; S_n=0,026; COSφ=0,87; η=0,875	R_s=0,443Ом; R_r=0,194Ом; L_m=0,07Гн; δL_s=0,0056Гн
4A180M8У3	P_n=15 кВт; U_n=220 В; I_n=31,9 А; N_n=730 об/мин; S_n=0,026; COSφ=0,82; η=0,87	R_s=0,42Ом; R_r=0,187Ом; L_m=0,053Гн; δL_s=0,0059Гн
4A160M2У3	P_n=18,5 кВт; U_n=220 В; I_n=34,4 А; N_n=2937 об/мин; S_n=0,021; COSφ=0,92; η=0,885	R_s=0,307Ом; R_r=0,135Ом; L_m=0,092Гн; δL_s=0,0041Гн
4A160M4У3	P_n=18,5 кВт; U_n=220 В; I_n=35,6 А; N_n=1467 об/мин; S_n=0,022; COSφ=0,88; η=0,895	R_s=0,255Ом; R_r=0,143Ом; L_m=0,085Гн; δL_s=0,0040Гн
4A180M6У3	P_n=18,5 кВт; U_n=220 В; I_n=36,6 А; N_n=976 об/мин; S_n=0,024; COSφ=0,87; η=0,88	R_s=0,325Ом; R_r=0,145Ом; L_m=0,055Гн; δL_s=0,0042Гн
4A200M8У3	P_n=18,5 кВт; U_n=220 В; I_n=37,7 А; N_n=733 об/мин; S_n=0,023; COSφ=0,84; η=0,885	R_s=0,317Ом; R_r=0,138Ом; L_m=0,048Гн; δL_s=0,0049Гн
4A180S2У3	P_n=22 кВт; U_n=220 В; I_n=41,4 А; N_n=2943 об/мин; S_n=0,019; COSφ=0,91; η=0,885	R_s=0,202Ом; R_r=0,101Ом; L_m=0,061Гн; δL_s=0,0032Гн

4A180S4У3	P_n=22 кВт; U_n=220 В; I_n=41,2 А; N_n=1470 об/мин; S_n=0,02; COSφ=0,9; η=0,9	R_s=0,215Ом; R_r=0,108Ом; L_m=0,068Гн; δL_s=0,0032Гн
4A200M6У3	P_n=22 кВт; U_n=220 В; I_n=41,2 А; N_n=977 об/мин; S_n=0,023; COSφ=0,9; η=0,9	R_s=0,26Ом; R_r=0,122Ом; L_m=0,07Гн; δL_s=0,0040Гн
4A200L8У3	P_n=22 кВт; U_n=220 В; I_n=44,8 А; N_n=730 об/мин; S_n=0,027; COSφ=0,84; η=0,885	R_s=0,292Ом; R_r=0,131Ом; L_m=0,048Гн; δL_s=0,0045Гн
4A180M2У3	P_n=30 кВт; U_n=220 В; I_n=55,8 А; N_n=2946 об/мин; S_n=0,018; COSφ=0,9; η=0,905	R_s=0,116Ом; R_r=0,068Ом; L_m=0,048Гн; δL_s=0,0022Гн
4A180M4У3	P_n=30 кВт; U_n=220 В; I_n=56,1 А; N_n=1471 об/мин; S_n=0,019; COSφ=0,89; η=0,91	R_s=0,131Ом; R_r=0,068Ом; L_m=0,049Гн; δL_s=0,0022Гн
4A200L6У3	P_n=30 кВт; U_n=220 В; I_n=55,8 А; N_n=979 об/мин; S_n=0,021; COSφ=0,9; η=0,905	R_s=0,176Ом; R_r=0,082Ом; L_m=0,046Гн; δL_s=0,0029Гн
4A225M8У3	P_n=30 кВт; U_n=220 В; I_n=62 А; N_n=736 об/мин; S_n=0,018; COSφ=0,81; η=0,905	R_s=0,152Ом; R_r=0,071Ом; L_m=0,026Гн; δL_s=0,0029Гн
4A200M2У3	P_n=37 кВт; U_n=220 В; I_n=70 А; N_n=2943 об/мин; S_n=0,019; COSφ=0,89; η=0,9	R_s=0,089Ом; R_r=0,063Ом; L_m=0,041Гн; δL_s=0,0020Гн
4A200M4У3	P_n=37 кВт; U_n=220 В; I_n=68,5 А; N_n=1475 об/мин; S_n=0,017; COSφ=0,9; η=0,91	R_s=0,123Ом; R_r=0,056Ом; L_m=0,045Гн; δL_s=0,0022Гн
4A225M6У3	P_n=37 кВт; U_n=220 В; I_n=69,2 А; N_n=982 об/мин; S_n=0,018; COSφ=0,89; η=0,91	R_s=0,13Ом; R_r=0,057Ом; L_m=0,037Гн; δL_s=0,0022Гн
4A250S8У3	P_n=37 кВт; U_n=220 В; I_n=75 А; N_n=738 об/мин; S_n=0,016; COSφ=0,83; η=0,9	R_s=0,133Ом; R_r=0,046Ом; L_m=0,026Гн; δL_s=0,0025Гн
4A200L2У3	P_n=45 кВт; U_n=220 В; I_n=83,3 А; N_n=2946 об/мин; S_n=0,018; COSφ=0,9; η=0,91	R_s=0,07Ом; R_r=0,051Ом; L_m=0,041Гн; δL_s=0,0018Гн
4A200L4У3	P_n=45 кВт; U_n=220 В; I_n=82,3 А; N_n=1476 об/мин; S_n=0,016; COSφ=0,9; η=0,92	R_s=0,089Ом; R_r=0,044Ом; L_m=0,039Гн; δL_s=0,0018Гн
4A250S6У3	P_n=45 кВт; U_n=220 В; I_n=83,7 А; N_n=986 об/мин; S_n=0,014; COSφ=0,89; η=0,915	R_s=0,095Ом; R_r=0,038Ом; L_m=0,032Гн; δL_s=0,0018Гн
4A250M8У3	P_n=45 кВт; U_n=220 В; I_n=89,2 А; N_n=740о б/мин; S_n=0,014; COSφ=0,84; η=0,91	R_s=0,088Ом; R_r=0,037Ом; L_m=0,02Гн; δL_s=0,0019Гн
4A225M2У3	P_n=55 кВт; U_n=220 В; I_n=99,5 А; N_n=2946 об/мин; S_n=0,018; COSφ=0,92; η=0,91	R_s=0,057Ом; R_r=0,041Ом; L_m=0,039Гн; δL_s=0,0014Гн
4A225M8У3	P_n=55 кВт; U_n=220 В; I_n=100,1 А; N_n=1479 об/мин; S_n=0,014; COSφ=0,9; η=0,925	R_s=0,058Ом; R_r=0,032Ом; L_m=0,029Гн; δL_s=0,0015Гн

4А250М6У3	P_n=55 кВт; U_n=220 В; I_n=102,3 А; N_n=987 об/мин; S_n=0,013; COSφ=0,89; η=0,915	R_s=0,071Ом; R_r=0,029Ом; L_m=0,023Гн; δL_s=0,0014Гн
4А280S8У3	P_n=55 кВт; U_n=220 В; I_n=107,8 А; N_n=734 об/мин; S_n=0,022; COSφ=0,84; η=0,92	R_s=0,068Ом; R_r=0,041Ом; L_m=0,016Гн; δL_s=0,0015Гн

4А250S2У3	P_n=75 кВт; U_n=220 В; I_n=140,3 А; N_n=2958 об/мин; S_n=0,014; COSφ=0,89; η=0,91	R_s=0,032Ом; R_r=0,023Ом; L_m=0,024Гн; δL_s=0,0010Гн
4А250S4У3	P_n=75 кВт; U_n=220 В; I_n=135,8 А; N_n=1482 об/мин; S_n=0,012; COSφ=0,9; η=0,93	R_s=0,04Ом; R_r=0,022Ом; L_m=0,023Гн; δL_s=0,0010Гн
4А280S6У3	P_n=75 кВт; U_n=220 В; I_n=138,8 А; N_n=980 об/мин; S_n=0,02; COSφ=0,89; η=0,92	R_s=0,05Ом; R_r=0,031Ом; L_m=0,019Гн; δL_s=0,0012Гн
4А280М8У3	P_n=75 кВт; U_n=220 В; I_n=144,5 А; N_n=733 об/мин; S_n=0,022; COSφ=0,85; η=0,925	R_s=0,04Ом; R_r=0,029Ом; L_m=0,013Гн; δL_s=0,0011Гн
4А250М2У3	P_n=90 кВт; U_n=220 В; I_n=164,7 А; N_n=2958 об/мин; S_n=0,014; COSφ=0,9; η=0,92	R_s=0,026Ом; R_r=0,021Ом; L_m=0,022Гн; δL_s=0,0008Гн
4А250М4У3	P_n=90 кВт; U_n=220 В; I_n=161,1 А; N_n=1480 об/мин; S_n=0,013; COSφ=0,91; η=0,93	R_s=0,032Ом; R_r=0,018Ом; L_m=0,022Гн; δL_s=0,0009Гн
4А280М6У3	P_n=90 кВт; U_n=220 В; I_n=165,6 А; N_n=982 об/мин; S_n=0,018; COSφ=0,89; η=0,925	R_s=0,039Ом; R_r=0,024Ом; L_m=0,015Гн; δL_s=0,0009Гн
4А315S8У3	P_n=90 кВт; U_n=220 В; I_n=172,5 А; N_n=739 об/мин; S_n=0,015; COSφ=0,85; η=0,93	R_s=0,028Ом; R_r=0,022Ом; L_m=0,011Гн; δL_s=0,0009Гн
4А280S2У3	P_n=110 кВт; U_n=220 В; I_n=205,8 А; N_n=2940 об/мин; S_n=0,02; COSφ=0,89; η=0,91	R_s=0,018Ом; R_r=0,013Ом; L_m=0,013Гн; δL_s=0,0006Гн
4А280S4У3	P_n=110 кВт; U_n=220 В; I_n=200,2 А; N_n=1465 об/мин; S_n=0,023; COSφ=0,9; η=0,925	R_s=0,025Ом; R_r=0,02Ом; L_m=0,017Гн; δL_s=0,0009Гн
4А315S6У3	P_n=110 кВт; U_n=220 В; I_n=199,1 А; N_n=982 об/мин; S_n=0,018; COSφ=0,9; η=0,93	R_s=0,028Ом; R_r=0,019Ом; L_m=0,014Гн; δL_s=0,0007Гн
4А315М8У3	P_n=110 кВт; U_n=220 В; I_n=210,8 А; N_n=739 об/мин; S_n=0,015; COSφ=0,85; η=0,93	R_s=0,023Ом; R_r=0,018Ом; L_m=0,008Гн; δL_s=0,0007Гн

Величины активных сопротивлений даны при расчетной рабочей температуре. Расчетная рабочая температура для двигателей с высотой оси до 132 мм равна 75 °С, для двигателей с высотой оси свыше 132 мм равна 115 °С.

Приложение 2

Возможные неисправности и способы их устранения

Признаки неисправности	***Возможные причины неисправности***	***Способы устранения***
1. При подключении питающей сети преобразователь не запускается, индикатор заряда не загорается.	*1. Обрыв цепей питания, перегорание плавких вставок.* *2. Повреждение резисторов мягкого заряда.*	*1. Устранить обрыв, заменить сгоревшие предохранители.* *2. Заменить неисправные резисторы.* **@**
2. При включении происходит перегорание плавких вставок.	*1. Повреждение силового модуля.* *2. Внутреннее короткое замыкание.* *3. Напряжение питающей сети выше допустимых пределов вызывает срабатывание варисторных ограничителей.*	*1. Заменить силовой модуль.* **@** *2. Устранить замыкание.* *3. Обеспечить допустимый уровень отклонения питающего напряжения.*
3. При подключении питающей сети индикатор заряда горит, индикация пульта управления отсутствует, преобразователь не запускается.	*1. Неисправность БПЦУ.*	*1. Заменить неисправные компоненты БПЦУ.* **@**
4. При включении отсутствует индикация пульта управления, прослушиваются периодические импульсы запуска БПЦУ.	*1. Перегрузка, замыкание выходных цепей БПЦУ.* *2. Неисправность БПЦУ (пробой диода в выходных цепях одного из каналов).*	*1. Устранить замыкание.* *2. Заменить неисправные компоненты БПЦУ.* **@**
5. При пуске двигателя или при работе появляется сигнал срабатывания аппаратной максимально-токовой защиты: ***0*** *□□□□□.*	*1. Короткое замыкание на выходе инвертора.* *2. Пробой диода в инверторе.* *3. Замыкание выходной фазы на землю, внутреннее короткое замыкание на корпус преобразователя.* *4. Неисправность на плате драйвера силовых ключей инвертора.*	*1. Устранить короткое замыкание.* *2. Заменить модуль.* **@** *3. Устранить замыкание.* *4. Восстановить работоспособность драйвера.* **@**
6. При пуске двигателя или при работе появляется сигнал срабатывания программной максимально-токовой защиты: ***X*** *□□□□□.*	*1. Перегрузка, заклинивание двигателя.* *2. Неправильная установка параметров подключенного двигателя.* *3. Некорректная настройка регуляторов*	*1. Устранить причину перегрузки.* *2. Ввести правильные параметры двигателя.* *3. Выполнить настройку регуляторов согласно п.7.*
7. При работе электропривода в динамических режимах появляется сигнал срабатывания программной температурной защиты IGBT: ***W*** *□□□□□.*	*1. Перегрев силового блока преобразователя частоты.* *2. Превышение допустимой перегрузки*	*1. Обеспечить лучшие условия охлаждения преобразователя частоты.* *2. Уменьшить динамику, устранить причину перегрузки*
8. При включении в позиции 2 строки состояния отображается символ ↑: *□↑□□□□.,* *через несколько секунд появляется флаг защиты от понижения напряжения:* *□****L*** *□□□□.*	*Затянуто время заряда конденсаторов фильтра вследствие:* *1. Неправильного подключения балластного резистора,* *2. Замыкания балластного резистора на землю,* *3. Пробоя IGBT-чоппера УСЭ.*	*1. Выполнить подключение резистора согласно схеме п.5.2.1.* *2. Устранить замыкание.* *3. Заменить неисправные элементы.* **@**

9. После включения при подаче команды на запуск двигателя или во время работы появляется флаг защиты от понижения напряжения: *□ **L** □ □ □ □.*	*1. Перегорание предохранителя в одной из входных фаз.* *2. Обрыв одной из входных фаз.* *3. Пониженное напряжение в питающей сети.* *4. Неисправен магнитный пускатель (реле) узла мягкого заряда или цепи управления.*	*1. Заменить сгоревшие предохранители.* *2. Устранить обрыв.* *3. Принять меры по восстановлению нормального напряжения.* *4. Заменить неисправные элементы. @*
10. При торможении или во время работы в генераторном режиме срабатывает защита от превышения напряжения: *□ **H** □ □ □ □.*	*1. Сопротивление балластного резистора больше величины, необходимой для требуемого темпа торможения.* *2. Обрыв в цепи балластного резистора.* *3. Неисправность IGBT-чоппера УСЭ или цепей управления.*	*1. Подключить резистор с номинальным сопротивлением, выбранным в соответствии с п.5.2.4.* *2. Устранить обрыв.* *3. Заменить неисправные элементы. @*
11. При торможении или во время работы в генераторном режиме срабатывает защита балластного резистора: *□ **R** □ □ □ □.*	*1. Неправильно установлены параметры подключенного резистора.* *2. Интенсивность торможения превышает пределы установленные для подключенного резистора.* *3. Мощность резистора не соответствует требуемой интенсивности торможения.* *4. Энергия торможения слишком велика для рассеивания в балластном резисторе.*	*1. В меню «БАЛЛАСТНЫЙ РЕЗИСТОР» установить параметры, соответствующие подключенному резистору.* *2. Снизить интенсивность торможения, используя параметры задатчика интенсивности.* *3. Установить резистор большей мощности.* *4. Подключить рекуперативный блок соответствующего типоразмера.*
12. При использовании режима синхрокоммутации срабатывает защита от сбоя синхронизации с сетью: *□ **Y** □ □ □ □.*	*1. Потеря фазы питающей сети, недопустимый перекос фаз, ошибка подключения датчика напряжения сети.*	*1. Проверить правильность подключения платы датчика напряжения сети.* *2. Обеспечить симметрию напряжений в фазах питающей сети.*
13. При включении преобразователя или при работе появляется флаг защиты от недопустимого отклонения напряжения питания цепей управления *□ □ □ **P** □ □.*	*1. Замыкание на интерфейсной или процессорной плате.* *2. Неисправность в аналоговой части системы управления или блока питания.*	*1. Устранить замыкание.* *2. Заменить неисправные элементы. @*
14. При включении преобразователя или при работе появляется флаг защиты от сбоя микропроцессорного ядра: *□ □ □ **C** □ □.*	*1. Ошибка в обмене данными между контроллерами системы управления. Неисправность на процессорной плате.*	*1. Если ошибка повторяется, обратиться в сервисную службу.*
15. При включении преобразователя появляется флаг ошибки энергонезависимой памяти: *□ □ □ **M** □ □.*	*1. Неисправность на процессорной плате.* *2. Незавершенность процесса сохранения параметров при последнем отключении.*	*1. Если ошибка повторяется, обратиться в сервисную службу.* *2. Сбросить ошибку или отключить и повторно включить питание. Если ошибка повторяется, обратиться в сервисную службу.*
16. При включении преобразователя появляется флаг ошибки тестирования датчиков тока:	*1. Неисправность в канале измерения фазных токов или в цепях питания.*	*1. Заменить неисправные элементы. @*

□□□**S** □□.		
17. При работе преобразователя появляется флаг ошибки сетевого управления (превышение времени ожидания кадра): □□□**F** □□.	*1. Несогласованность настроек портов ведущего и ведомого устройств.* *2. Повреждение линии связи.* *3. Неисправность порта ведущего или ведомого устройств.*	*1. Согласовать настройки.* *2. Устранить повреждение.* *3. Заменить неисправные элементы. @*
18. При включении преобразователя или при работе появляется флаг защиты от потери сигнала токовой петли: □□□**N** □□.	*1. Обрыв в кабеле подключения токовой петли 4-20 мА.* *2. Неисправность датчика технологической переменной.* *3. Неисправность или замыкание в источнике питания токовой петли.*	*1. Устранить обрыв.* *2. Заменить неисправный датчик.* *3. Устранить замыкание, обеспечить питание технологического датчика.*
19. При включении преобразователя частоты появляется сигнал защиты от ошибки обмена с АЦП: □□□**A** □□.	*1. Нарушение обмена процессорного ядра с микросхемой аналого-цифрового преобразователя из-за неисправности микросхемы, опторазвязки или DC/DC-преобразователя на интерфейсной плате.*	*1. Заменить неисправные элементы. @*
20. При переключениях с использованием режима синхрокоммутации срабатывает защита от несоответствия состояния внешних контакторов: □□□**K** □□.	*1. Ошибка подключения внешних контакторов подключения двигателя к сети или к ПЧ.* *2. Ошибка подключения блок-контактов к входам интерфейсной платы.* *3. Неисправность контактора.*	*1. Выполнить подключение согласно схемы рис.7.11.* *2. Заменить катушку или контактор в сборе.*
21. При включении преобразователя частоты появляется сигнал защиты от сбоя часов реального времени: □□□**Z** □□.	*1. Нарушение обмена процессорного ядра с микросхемой таймера реального времени из-за неисправности микросхемы или ее отсутствия.*	*1. При отсутствии микросхемы необходимо выключить функцию часов реального времени (меню ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / ТАЙМЕР)* *2. Заменить неисправную микросхему. @*
22. При включении преобразователя частоты появляется сигнал защиты от разряда батарейки питания микросхемы часов реального времени: □□□**G** □□.	*1. Недостаточный уровень напряжения гальванического элемента из-за неисправности или превышения срока службы.*	*1. Заменить гальванический элемент на аналогичный.*
23. При работе появляется флаг ошибки температурной защиты преобразователя: □□□□**T**□.	*1. Неисправность вентиляторов. Заклинивание вентиляторов вследствие попадания посторонних предметов, накопления пыли.* *2. Повышенная температура внутри шкафа. Недостаточная вентиляция шкафа.*	*1. Заменить вентиляторы. Произвести очистку, обеспечить свободное вращение.* *2. Очистить вентиляционные отверстия шкафа, обеспечить необходимый объем охлаждающего воздуха.*
24. При включении преобразователя появляется флаг температурной защиты двигателя: □□□□□**Q**.	*1. Терморезистор в двигателе не установлен, а температурная защита включена.* *2. Обрыв в кабеле подключения терморезистора двигателя.* *3. Неправильная настройка защиты на параметры позистора.*	*1. Отключить температурную защиту двигателя.* *2. Устранить обрыв.* *3. Выполнить настройку согласно п.6.3.*

25. При работе двигателя под нагрузкой появляется флаг температурной защиты двигателя: □□□□□**Q**.	*1. Перегрузка или заклинивание двигателя.* *2. Ухудшение вентиляции двигателя на малых оборотах* *3. Неправильная настройка защиты на параметры позистора.*	*1. Устранить причину перегрузки.* *2. Обеспечить принудительную вентиляцию двигателя.* *3. Выполнить настройку согласно п.6.3.*
26. При работе двигателя под нагрузкой появляется флаг время-токовой защиты двигателя: □□□□□**I**.	*1. Перегрузка или заклинивание двигателя.* *2. Неправильная установка номинальных параметров двигателя.* *3. Неправильная настройка защиты.*	*1. Устранить причину перегрузки.* *2. Ввести номинальные данные подключенного двигателя в используемом наборе параметров.* *3. Выполнить настройку согласно п.4.*

@ *- Операции выполняются специалистами сервисной службы.*

Внимание! Работы по устранению любых других неисправностей выполняются только специалистами сервисной службы.

Примеры использования циклограммы.

<u>Пример 1</u>

Электропривод насоса работает в замкнутом контуре поддержания заданного уровня давления. Диапазон измерения датчика давления 0 ÷ 10 Атм. Средствами электропривода должен быть реализован следующий суточный график работы агрегата:

00 ч 00 мин ÷ 08 ч 00 мин – 2 Атм,

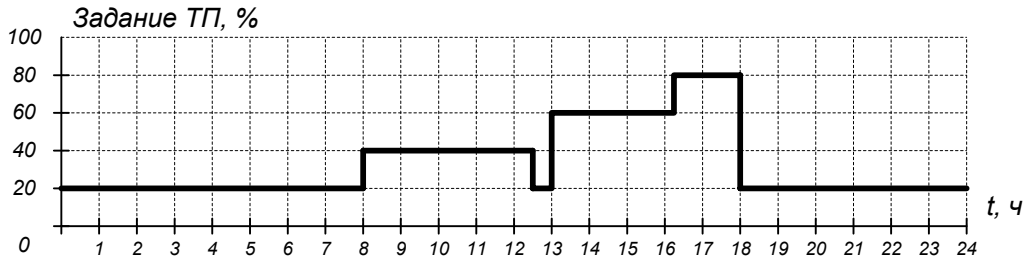
08 ч 00 мин ÷ 12 ч 30 мин – 4 Атм,

12 ч 30 мин ÷ 13 ч 00 мин – 2 Атм,

13 ч 00 мин ÷ 16 ч 15 мин – 6 Атм,

16 ч 15 мин ÷ 18 ч 00 мин – 8 Атм,

18 ч 00 мин ÷ 24 ч 00 мин – 2 Атм.



Настройки параметров, необходимые для реализации циклограммы с заданным алгоритмом, приведены в таблице 1 (столбец «Пример 1»).

<u>Пример 2</u>

Электропривод вентилятора работает в замкнутом контуре поддержания заданного уровня температуры. Диапазон измерения датчика температуры 0 ÷ 50 ^{0}С. Средствами электропривода должен быть реализован следующий недельный график работы агрегата:

Понедельник – Пятница:

00 ч 00 мин ÷ 08 ч 00 мин – 30 ^{0}С,

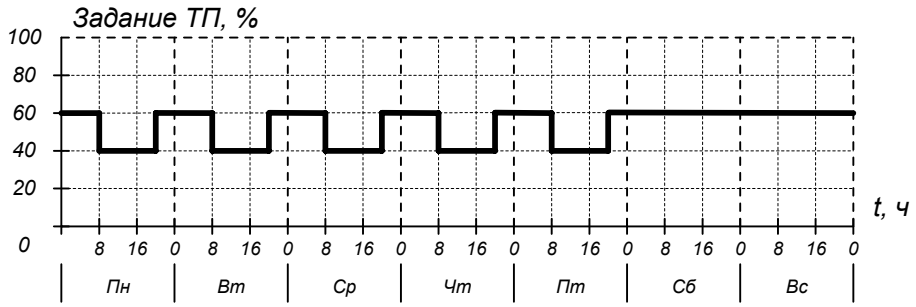
08 ч 00 мин ÷ 20 ч 00 мин – 20 ^{0}С,

20 ч 00 мин ÷ 24 ч 00 мин – 30 ^{0}С.

Суббота, Воскресенье:

00 ч 00 мин ÷ 24 ч 00 мин – 30 ^{0}С.

День запуска отработки циклограммы – среда (3-й день цикла).



Настройки параметров, необходимые для реализации циклограммы с заданным алгоритмом, приведены в таблице 1 (столбец «Пример 2»).

<u>Пример 3</u>

Электропривод смесителя отрабатывает текущее задание по скорости вращения. Средствами электропривода должен быть реализован следующий циклический алгоритм работы агрегата:

2 мин 30 с – 100 об/мин,

5 мин 00 с – 200 об/мин,

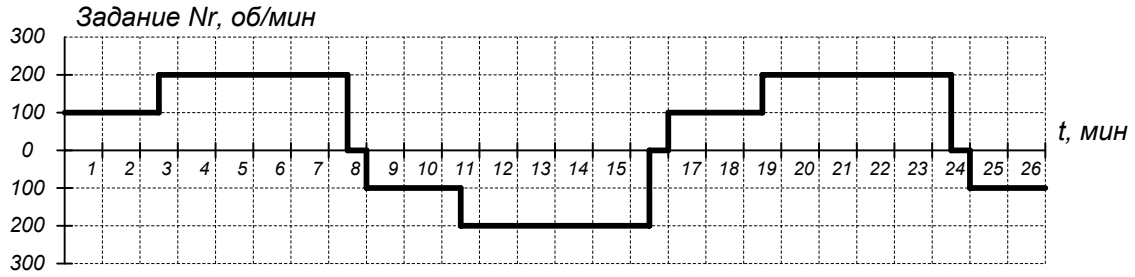
0 мин 30 с – 0 об/мин,

2 мин 30 с – -100 об/мин,

5 мин 00 с – -200 об/мин,

0 мин 30 с – 0 об/мин.

Количество повторов циклограммы – 3.



Настройки параметров, необходимые для реализации циклограммы с заданным алгоритмом, приведены в таблице 1 (столбец «Пример 3»).

Для включения циклограммы в комплексное управление одному из логических входов (например, LIN5) необходимо назначить функцию 24 - «Циклограмма» (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЛОГИЧЕСКИЕ ВХОДЫ»). Запуск циклограммы выполняется подачей сигналов «Циклограмма», «Снятие блокировки», «Разрешение задания».

В примерах 1 и 2 для организации внешнего контура регулирования технологической переменной необходимо:

- *выполнить настройку технологического регулятора (меню «НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ТЕХ. РЕГУЛЯТОР»);*
- *включить аналоговый вход, который используется для ввода сигнала с датчика обратной связи, в комплексное управление, назначив ему соответствующую функцию в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ»;*
- *выполнить настройку аналогового входа (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / АНАЛОГОВЫЕ ВХОДЫ»).*

Таблица 1

Параметр	**Меню**	**Значение параметра**		
		Пример 1	**Пример 2**	**Пример 3**
ТехРегулятор	НАБОР ПАРАМЕТРОВ / ТЕХ. РЕГУЛЯТОР	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ
Ступень	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ
LIN5 Функция	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЛОГИЧЕСКИЕ ВХОДЫ	24	24	24
Ст00ТП (Nr)	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИФР. ПОТЕНЦИОМЕТР	20 %	60 %	0 об/мин
Ст01ТП (Nr)	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИФР. ПОТЕНЦИОМЕТР	40 %	40 %	100 об/мин
Ст02ТП (Nr)	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИФР. ПОТЕНЦИОМЕТР	60 %	0 %	200 об/мин
Ст03ТП (Nr)	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИФР. ПОТЕНЦИОМЕТР	80 %	0 %	-100 об/мин
Ст04ТП (Nr)	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИФР. ПОТЕНЦИОМЕТР	0 %	0 %	-200 об/мин
Время	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА	АБС	АБС	ОТН
Длительность	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА	1 дн	7 дн	3 цк
День цикла	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА	1	3	■■
Шаг 01	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ
Ступень шаг 01	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА	01	01	01
Т шаг 01	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА	08:00:00	08:00:00	00:02:30
Дн шаг 01	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА	1	001	■■
Дк шаг 01	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА	1	005	■■
Шаг 02	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ
Ступень шаг 02	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА	00	00	02
Т шаг 02	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА	12:30:00	20:00:00	00:05:00
Дн шаг 02	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА	1	1	■■
Дк шаг 02	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА	1	5	■■
Шаг 03	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА	ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ
Ступень шаг 03	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА	02	XX*	00
Т шаг 03	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА	13:00:00	XX:XX:XX	00:00:30
Дн шаг 03	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА	1	X	■■

Дк шаг 03	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*1*	*X*	▮▮
Шаг 04	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*ВКЛ*	*ВЫКЛ*	*ВКЛ*
Ступень шаг 04	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*03*	*XX*	*03*
Т шаг 04	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*16:15:00*	*XX:XX:XX*	*00:02:30*
Дн шаг 04	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*1*	*X*	▮▮
Дк шаг 04	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*1*	*X*	▮▮
Шаг 05	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*ВКЛ*	*ВЫКЛ*	*ВКЛ*
Ступень шаг 05	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*00*	*XX*	*04*
Т шаг 05	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*18:00:00*	*XX:XX:XX*	*00:05:00*
Дн шаг 05	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*1*	*X*	▮▮
Дк шаг 05	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*1*	*X*	▮▮
Шаг 06	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*ВЫКЛ*	*ВЫКЛ*	*ВКЛ*
Ступень шаг 06	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*XX*	*XX*	*00*
Т шаг 06	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*XX:XX:XX*	*XX:XX:XX*	*00:00:30*
Дн шаг 06	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*X*	*X*	▮▮
Дк шаг 06	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*X*	*X*	▮▮
Шаг 07	*ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИКЛОГРАММА / ПАРАМЕТРЫ ШАГА*	*ВЫКЛ*	*ВЫКЛ*	*ВЫКЛ*

** X – произвольное значение параметра.*