

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ СЕРВОПРИВОД СЕРИИ СПШ И СПС

Описание параметров

Версия 5.1

ЗАО «Сервотехника», 2013 год

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Настройка параметров сервоприводов | 4 |
| Пересчет параметров..... | 4 |
| Статические параметры..... | 5 |
| Параметры управления | 15 |
| Динамические параметры | 15 |
| Системные параметры | 18 |
| Параметры тестирования..... | 19 |
| Пользовательские параметры | 20 |
| Протокола управления сервоприводами по шине CAN | 20 |
| Команды протокола обмена..... | 21 |
| Технологический протокол | 25 |
| Примеры использования CAN протоколов | 26 |
| Примеры использования протокола управления приводами по CAN..... | 26 |
| Примеры использования технологического протокола | 26 |
| Запрос значения статуса привода, параметра dd11 | 26 |
| Установка задания по скорости, параметра ct2..... | 26 |
| Запуск программы ПЛК, расположенной в банке программ 0 и останов..... | 26 |
| Методика настройки привода | 27 |

СПШ – это интегрированный сервопривод на базе гибридного шагового электродвигателя, в котором используется бесшаговое (векторное) управление на основе адаптированного специально для шаговых двигателей алгоритма.

СПС – комплектный сервопривод на базе синхронного двигателя, состоящего из серводвигателя с датчиком позиции и сервоусилителя.

Данное руководство содержит список и описание всех параметров сервоприводов, протокол взаимодействия по CAN шине, руководство по настройке параметров приводов.

ЗАО «Сервотехника» не возлагает на себя обязанность оповещать пользователей приводов о появлении обновлений комплекта документации и программного обеспечения. Пожалуйста, следите за новостями на сайте компании www.servotechnica.ru.

Настройка параметров сервоприводов

Для выполнения настройки параметров необходимо:

- выполнить установку программного обеспечения;
- подключить сервопривод к компьютеру через интерфейс USB;
- подать напряжение питания;
- запустить Мотомастер[©];
- подключиться к требуемому двигателю;
- перейти в раздел «Конфигурация».

При изменении параметров Мотомастер[©] пересылает обновление в систему управления, где они записываются в энергонезависимую память данных. Поэтому внесенные изменения восстанавливаются после сброса контроллера.

Все параметры сервопривода разбиты на несколько групп:

Статические параметры: в данную группу входят неизменяемые в процессе работы параметры привода.

Параметры управления: с помощью данных параметров задают текущее управление.

Динамические параметры: данные параметры отображают текущее состояние привода.

Системные параметры: предназначены для настройки внутренних алгоритмов и режимов работы, а также для выполнения проверки работоспособности и выявления неисправностей.

Параметры тестирования: позволяют задать режим тестирования качества настройки привода.

Некоторые параметры доступны только для чтения, поэтому при попытке изменить их значение Мотомастер[©] выдаст соответствующее сообщение-предупреждение.

Пересчет параметров

Программа Мотомастер[©] выполняет пересчет некоторых параметров во внутренний формат при записи в привод и при отображении значения в окне программы для удобства пользования программой. К таким параметрам относятся: скорости, токи.

Формула пересчета скорости при чтении из привода:

$$\omega(\text{об / мин}) = \text{round}\left(\frac{\omega(\text{дискрет}) \cdot 60 \cdot \text{vp4}}{\text{st1} \cdot \text{vp3}}\right)$$

Формула пересчета скорости при записи в привод:

$$\omega(\text{дискрет}) = \frac{\omega(\text{об / мин}) \cdot \text{st1} \cdot \text{vp3}}{60 \cdot \text{vp4}}$$

Формула пересчета тока при записи:

$$I(\text{дискрет}) = \frac{I(A) \cdot 2047}{5}$$

Формула пересчета тока при чтении:

$$I(A) = \frac{I(\text{дискрет}) \cdot 5}{2047}$$

ВНИМАНИЕ! При пересчете, в процессе округления, некоторые параметры могут принимать значения отличные на некоторую величину от заданных пользователем значений в программе Мотомастер[©]. При этом погрешность установки зависит от настроек контуров управления.

Статические параметры

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--|----------------------|-----------------------|
| Ср1 | 0x0000 | Пропорциональный коэффициент контура тока | 1 | 25 |

Значение по умолчанию: 2.

Описание: данный параметр настраивает пропорциональную составляющую ПИ регуляторов замкнутых контуров, управляющих токами двух обмоток двигателя.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--|----------------------|-----------------------|
| Ср2 | 0x0002 | Интегральный коэффициент контура тока | 0 | 100 |

Значение по умолчанию: 0.

Описание: данный параметр настраивает интегральную составляющую ПИ регуляторов замкнутых контуров, управляющих токами двух обмоток двигателя.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ср3 | 0x0004 | Номинальный ток | 0 | 3 |

Значение по умолчанию: 3 А.

Описание: данный параметр определяет максимальное задание контура тока. Параметр ср3 определяет максимальный развиваемый момент.

ВНИМАНИЕ! Данный параметр пересчитывается при записи в привод и при отображении значения в программе Мотомастер[©] (см. пункт Пересчет параметров).

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ср4 | 0x0005 | Максимальный ток | 0 | 5 |

Значение по умолчанию: 4 А.

Описание: данный параметр определяет пиковое значение тока, которое допускается во время переходного процесса, причем данное значение тока может подаваться на двигатель в течение 5 мс, по истечении которых, ток в обмотке двигателя ограничивается номинальным током в течение 50 мс.

ВНИМАНИЕ! Данный параметр пересчитывается при записи в привод и при отображении значения в программе Мотомастер[©] (см. пункт Пересчет параметров).

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ср5 | 0x0010 | Состояние контура тока | - | - |

Значение по умолчанию: замкнут.

Описание: параметр определяет, используются ли замкнутое регулирование тока.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ср6 | 0x0048 | Вырабатываемый момент | 0 | 100% |

Значение по умолчанию: 100%.

| Имя | Адрес | Описание | Минимальное | Максимальное |
|-----|-------|----------|-------------|--------------|
|-----|-------|----------|-------------|--------------|

| | | | | |
|------------|-----------|------------------------------|----------|----------|
| переменной | параметра | | значение | значение |
| Sp7 | 0x0053 | Модуляция ШИМ сигнала | 0:Выкл | 1:Вкл |

Значение по умолчанию: Вкл.

Включение/Выключение генерации управляющего сигнала в обмотки двигателя.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--|----------------------|-----------------------|
| Vp1 | 0x0006 | Пропорциональный коэффициент контура скорости | 0,00025 | 150 |
| Vp2 | 0x0007 | Интегральный коэффициент контура скорости | 0,00025 | 150 |
| Vp16 | 0x0007 | Дифференциальный коэффициент контура скорости | 0,00025 | 150 |

Значение по умолчанию: 0.6;0.3;1.

Описание: данные параметры определяют настройку ПИД-регулятора скорости.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---|----------------------|-----------------------|
| Vp3 | 0x0008 | Коэффициент обратной связи по скорости | 1 | 500 |

Значение по умолчанию: 1.

Описание: данный параметр определяет значение коэффициента обратной связи по скорости. Данный параметр определяет диапазон регулирования скорости, влияет на неравномерность вращения, а также увеличивает жесткость системы. Параметр может быть изменен автоматически при изменении частоты дискретизации.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---|----------------------|-----------------------|
| Vp4 | 0x0009 | Частота дискретизации контура скорости | 100 | 5000 |

Значение по умолчанию: 500 Гц.

Описание: предусмотрено несколько частот дискретизации, из которых пользователь может выбрать требуемое значение в зависимости от стоящей перед ним задачи. При увеличении частоты дискретизации увеличивается жесткость системы и уменьшается глубина регулирования, т.е. увеличивается неравномерность вращения.

Пример:

1. Если $Vp3=1$, при частоте дискретизации 5000 Гц, максимальной скорости вращения 4000 об/мин и разрешении датчика 4000 имп/об, то диапазон регулирования составляет 0:54.
2. Если $Vp3=10$, при частоте дискретизации 200 Гц, максимальной скорости вращения 4000 об/мин и разрешении датчика 4000 имп/об, то диапазон регулирования составляет 0:13500.

После настройки параметра $Vp4$ могут быть изменены параметры $Vp3$, $Vp5$, $Vp6$, $Vp8$ - $Vp13$.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------|
| Vp5 | 0x000A | Ускорение/Замедление | 1 | 15000 |

Значение по умолчанию: 100 дискрет/сек.

Описание: данный параметр настраивает внутренний интерполятор скорости.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---|----------------------|-----------------------|
| Vp6 | 0x000E | Максимальное время выхода на номинальный режим | 0:Не ограничено | 30 сек |

Значение по умолчанию: 5 секунд.

Описание: время, в течение которого скорость вала двигателя должна достигнуть заданного значения. Если скорость вала не достигла заданного значения, то происходит аварийный останов привода. При этом состояние привода переводится в «Останов по перегрузке».

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Vp7 | 0x0011 | Состояние контура скорости | - | - |

Значение по умолчанию: замкнут.

Описание: параметр определяет, используется ли замкнутое регулирование скоростью.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Vp8 | 0x0014 | Максимальная скорость вращения | 10 | 7500 |

Значение по умолчанию: 4000 об/мин.

Описание: определяет максимальную скорость задания для замкнутого контура управления скоростью.

Данный параметр изменяется при изменении частоты дискретизации контура скорости.

ВНИМАНИЕ! Данный параметр пересчитывается при записи в привод и при отображении значения в программе Мотомастер[©] (см. пункт Пересчет параметров).

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|
| Vp9 | 0x000F | Динамический режим | 0 | 4 |

Значение по умолчанию: 1.

Описание:

1. Режим плавного разгона/торможения. В данном состоянии внутренний интерполятор включен.
2. Режим с максимальной динамикой - без использования внутреннего интерполятора. В данном режиме вал двигателя выполняет разгон с максимальным ускорением. Данный режим используется, если привод работает под управлением системы управления верхнего уровня, которая реализует интерполяцию.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--|----------------------|-----------------------|
| Vp10 | 0x0031 | Начало резонансного диапазона 1 | 0 | 7500 |
| Vp11 | 0x0032 | Конец резонансного диапазона 1 | 0 | 7500 |
| Vp12 | 0x0033 | Начало резонансного диапазона 2 | 0 | 7500 |
| Vp13 | 0x0034 | Конец резонансного диапазона 2 | 0 | 7500 |

Значение по умолчанию: 0.

Описание: с помощью данных параметров можно задать 2 диапазона скоростей, которые будут исключаться из функции плавного разгона и торможения.

Если начало и конец диапазона равны, то диапазон не выбран.

Если начало диапазона меньше, чем конец, то диапазон выбран.

Механическим системам, в которые входят привод и исполнительное устройство, свойственны резонансные явления на определенном диапазоне скоростей, о чем свидетельствуют по-

вышенная колебательность ротора, увеличение тока потребления и снижение развиваемого приводом момента. Поэтому при использовании функции плавного разгона/торможения необходимо исключать данные диапазоны.

ВНИМАНИЕ! Данные параметры пересчитываются при записи в привод и при отображении значений в программе Мотомастер[®] (см. пункт Пересчет параметров).

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---|----------------------|-----------------------|
| Vp14 | 0x0039 | Номинальная скорость | 0 | 500 |
| Vp15 | 0x0040 | Авто расчет номинальной скорости | 1:Да | 0:Нет |

Параметр Vp14 определяет характеристики блока управления. При превышении текущей скорости вращения значения Vp14 включается алгоритм компенсации противоЭДС, что позволяет достичь высоких скоростей вращения вала двигателя. При этом номинальная скорость вращения двигателя зависит от величины силового напряжения питания и параметров настройки контура тока.

Ниже приведен экспериментальный график зависимости номинальной скорости от напряжения питания привода СПШхх-23017 при следующих настройках контура тока: Cr1=5; Cr2=0; Cr3=2.5; Cr4=4.

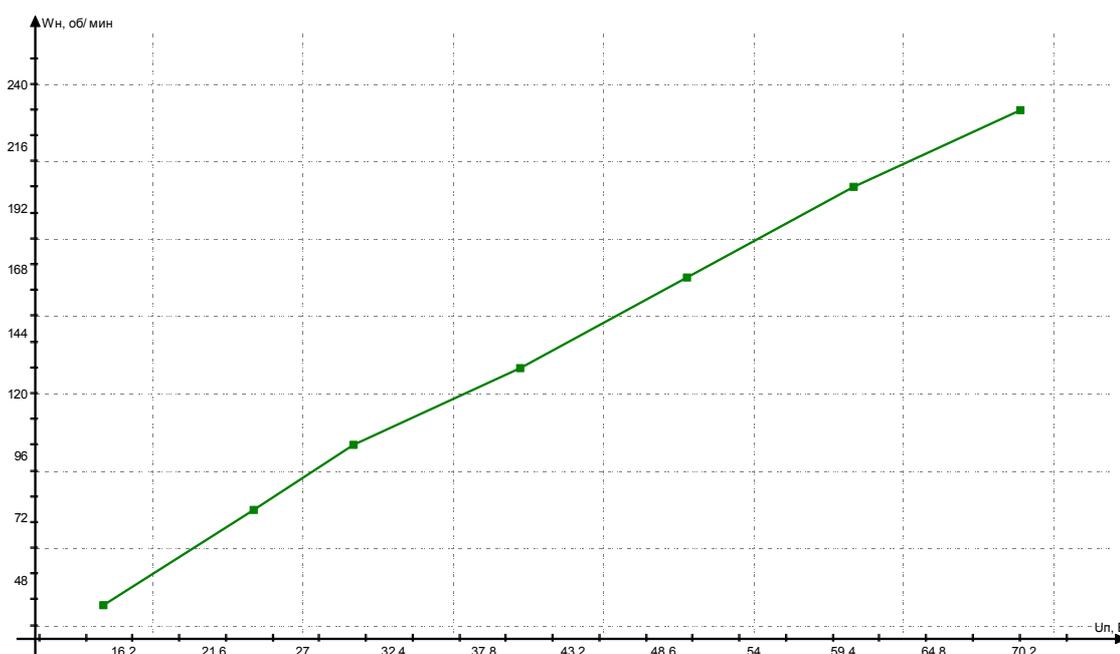


Рис. 1. Зависимость номинальной скорости от напряжения питания привода СПШхх-23017.

Расчет текущей скорости может выполняться автоматически, если параметр Vp15 установлен в «Да». При этом в момент включения блок управления выполняет автоматическое определение номинальной скорости в соответствии с текущим уровнем напряжения и параметрами привода.

Пользователь может устанавливать номинальную скорость вращения вручную после установки параметра Vp15 в «Нет». В некоторых случаях ручная регулировка данного параметра позволяет увеличить мощность привода на несколько процентов.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Pr1 | 0x000B | Пропорциональный коэффициент | 0,00025 | 100 |

| | | контура положения | | |
|------------|--------|---|---------|------|
| Pr2 | 0x000C | Интегральный коэффициент контура положения | 0,00025 | 3000 |

Значения по умолчанию: 5; 0.

Описание: коэффициенты ПИ регулятора контура позиционирования.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--|----------------------|-----------------------|
| Pr3 | 0x000D | Частота дискретизации контура положения | 50 | 500 |

Значение по умолчанию: 500.

Описание: предусмотрено несколько частот дискретизации, из которых пользователь может выбрать требуемую частоту дискретизации в зависимости от стоящей перед ним задачи.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Pr5 | 0x0012 | Состояние контура положения | - | - |

Значение по умолчанию: замкнут.

Описание: параметр определяет, используется или нет режим позиционирования.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--|----------------------|-----------------------|
| Pr6 | 0x0041 | Ограничение интегральной составляющей контура позиции | 0 | 10 |

Значение по умолчанию: 0.5.

Описание: параметр насыщение интегрирования ПИ регулятора скорости. Позволяет эффективно снижать колебательности переходного процесса по позиции.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--|----------------------|-----------------------|
| St1 | 0x0015 | Разрешение датчика позиции на один оборот | 4000 | 160000 |

Значение по умолчанию: 4000.

Параметр только для чтения.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| St2 | 0x0016 | Текущая версия прошивки DSP | - | - |

Значение по умолчанию: зависит от партии.

Описание: используйте данный параметр для проверки наличия обновлений на сайте производителя www.servotechnica.ru.

Параметр только для чтения.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--|----------------------|-----------------------|
| St3 | 0x001E | Уникальный идентификатор устройства | - | - |

Описание: номер данного устройства привязан к договору на поставку оборудования. Используйте данный номер при обращении в службу поддержки компании производителя.

Параметр только для чтения.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| St4 | 0x0046 | Тип привода | - | - |

Описание: отображает маркировку привода:

СПШ10-23xx;
 СПШ20-23xx\1000Z;
 СПШ20-23xx\2000Z;
 СПШ10-34xx;
 СПШ20-34xx\2000Z;
 СПШ20-34xx\1000Z;
 СПС15-80007;
 СПС15-80016;
 СПС15-80025.

Параметр только для чтения.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|----------------|----------------------|-----------------------|
| St5 | 0x0047 | Z метка | - | - |

Описание: показывает, имеется ли у датчика позиции привода нулевая метка.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ip0 | 0x0017 | Источник задающего воздействия | - | - |

Значение по умолчанию: интерфейс USB.

Описание: определяет интерфейс, по которому выполняется управление приводом. Список возможных интерфейсов:

0:Интерфейс USB;
 2:Интерфейс StepDir;
 4:Аналоговый интерфейс;
 5:Интерфейс CAN;
 6:Квадратурный интерфейс.

USB интерфейс является технологическим и предназначен для настройки, программирования и анализа работы привода.

StepDir и квадратурный интерфейсы предназначен для упарвления текущей позицией. При использовании данных интерфейсов контуры скорости и позиции должны быть замкнуты.

Аналоговый интерфейс предназначен для управления текущей скоростью вращения или текущим моментом. Для управления скоростью вращения необходимо разомкнуть контур позиции и замкнуть контур скорости. Для управления моментом необходимо разомкнуть контур скорости и контур позиции.

CAN интерфейс предоставляет полный доступ ко всем ресурсам привода и позволяет управлять любым из параметров управления.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---|----------------------|-----------------------|
| Ip1 | 0x0018 | Коэффициент веса одного импульса | 0,00025 | 4000 |

Значение по умолчанию: 1.

Описание: при использовании интерфейса Step/Dir: Данный параметр определяет величину, которая прибавляется к текущему заданию по скорости при получении одного импульса.

При использовании аналогового интерфейса: см. описание параметра Ip6.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--|----------------------|-----------------------|
| Ip2 | 0x001A | Текущий банк программы интерпретатора | 0 | 255 |

Значение по умолчанию: 255 (Программа не выбрана).

Описание: определяет банк, программа которого выполняется в настоящий момент времени. Пользователь может задать банк от 0, до 7 или выбрать значение 255 (Программа не выбрана).

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ip4 | 0x001C | Режим работы интерпретатора | - | - |

Описание: определяет режим работы внутреннего интерпретатора привода: режим выполнения программы; режим отладки. Данный параметр устанавливается автоматически в 0 при запуске программы и в единицу при запуске отладки соответственно.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ip5 | 0x001C | Значение порта ввода/вывода | - | - |

Значение по умолчанию: неопределено.

Описание: биты 0, 1, 2, 3 данного параметра определяют логическое значение сигналов, выставленных в текущий момент времени на порты вывода. Биты 4,5 определяют логическое значение сигналов, поданных на цифровые входы привода.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--|----------------------|-----------------------|
| Ip6 | 0x0030 | Смещение диапазона сигнала управления | 0 | 1023 |

Значение по умолчанию: 511.

Описание: используется для корректировки диапазона регулирования входного сигнала (аналогового интерфейса или интерфейса Step/Dir).

Величина задающего воздействия по скорости при использовании аналогового интерфейса определяется по формуле $(\text{Analog}-Ip6)*Ip1$, где Analog - аналоговый сигнал управления изменяется от 0 до 1024.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ip7 | 0x0035 | CAN адрес устройства | 0 | 6 |

Значение по умолчанию: 1.

Описание: адрес данного устройства в сети CAN. В данной реализации приводов допускается объединение до 128 устройств в рамках одной сети CAN. При этом адреса устройств в сети должны быть уникальными.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--|----------------------|-----------------------|
| Ip8 | 0x0036 | CAN адрес удаленного устройства | 0 | 7 |

Значение по умолчанию: 0.

Описание: адрес узла, с которым выполняется синхронизация. См. описание параметра Ip9.

Адрес 7 означает передачу всем узлам, данный адрес позволяет синхронизировать несколько ведомых с одним мастером.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ip9 | 0x0037 | Режим синхронизации по CAN | 0 | 4 |

Значение по умолчанию: 0 (режим не выбран).

Описание: Сервоприводы СПШ и СПС поддерживает несколько режимов синхронизации по шине CAN:

- режим не выбран;
- режим ведущий. В этом режиме привод передает текущую позицию в качестве задающего воздействия для ведомого устройства, адрес которого указан в параметре Ip8;
- режим ведомый. В этом режиме привод обрабатывает задание по позиции, полученное от узла с адресом (Ip8);
- режим контурного управления. В этом режиме привод обрабатывает задание по скорости или позиции, полученное от узла с адресом (Ip8) и передает текущую позицию, скорость и развиваемый момент контроллера в качестве обратной связи;
- синхронизация по команде SYNC. Данный режим аналогичен предыдущему. Однако установка полученного задания выполняется только при получении команды синхронизации от системы верхнего уровня. Кроме этого, выполняется синхронизация контура скорости. Данный режим позволяет выполнить синхронизацию контуров управления нескольких приводов.

Протокол взаимодействия приведен в разделе «Протокола управления сервоприводами по шине CAN».

В рамках одной сети CAN допускается работа до трех пар ведущий/ведомый. При этом адрес каждого устройства в рамках общей сети должен быть уникальным.

ВНИМАНИЕ! В рамках одной сети CAN два самых удаленных узла должны иметь терминаторы 120 Ом. По умолчанию привод поставляется без терминала.

ВНИМАНИЕ! Текущая скорость обмена по шине CAN 500 кБод, поэтому предельные значения длин магистрали и отводов сети составляет 100 метров.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ip10 | 0x0038 | Статус шины CAN | - | - |

Параметр только для просмотра.

Описание: состояние линии связи:

- Норма – связь по шине установлена;
- Неисправности на линии – возможные причины: неправильное подключение, обрыв на линии, превышение допустимой длины кабеля, несогласованное использование терминаторов.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ip11 | 0x0042 | Статус интерпретатора | | |

Параметр только для просмотра.

Описание: отображает текущий статус внутреннего программируемого логического контроллера. Возможны следующие значения:

- 0:Норма - привод обрабатывает программу пользователя;
- 1:Смена банка программ;
- 2:Неизвестный параметр - возможно, имеется несоответствие версии программы Мотомастер и прошивки привода;
- 3:Неизвестная команда - возможно, имеется несоответствие версии программы Мотомастер и прошивки привода;
- 4:Останов - ПЛК остановлен;
- 5:STATUS_UNKNOWN_AL_OP, 6:STATUS_UNKNOWN_CMP_OP – при появлении данных ошибок обратитесь в службу поддержки;
- 7:Загрузка программы - в текущий момент выполняется загрузка пользовательской программы из энергонезависимой памяти;
- 8:STATUS_DEBUG_BREAK;9:STATUS_DEBUG_WAIT_END_OF_CMD - системные значения, используемые при выполнении программ в пошаговом режиме;
- 10:Неизвестная динамическая функция - возможно, имеется несоответствие версии программы Мотомастер и прошивки привода.
- 11 – Старая версия программы. Формат программы, зашитой в энергонезависимой памяти, не соответствует версии интерпретатора привода. Данная ошибка может возникнуть, после обновления программного обеспечения привода. Для исправления необходимо повторно записать программу с помощью Мотомастер[©].
- 12 – Слишком много циклов. В каждой из программ допускается использовать не более 8 циклов while. Данное ограничение связано с ограниченностью ресурсов процессора привода.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ip12 | 0x0045 | Мертвая зона аналоговых входов | 0 | 250 |

Данный параметр позволяет исключить влияние шумов на задание нулевой скорости.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Er1 | 0x0043 | Режим торможения | | |
| Er2 | 0x0044 | Максимальное напряжение | 0 | 215 |

Сервопривод при резком торможении переходит в генераторный режим. При этом привод вырабатывает противо ЭДС, что приводит к повышению уровня силового напряжения питания. Данный эффект может повредить привод и внешнее оборудование, которое подключено к источнику питания. Традиционно данная задача решается с помощью тормозных резисторов, которые должны рассеивать вырабатываемую приводом энергию. Однако привод оснащен датчиком напряжения и имеет возможность контролировать его значение. Для этого нужно выбрать один из режимов торможения:

1.Торможение без контроля напряжения. В данном режиме, при превышении уровня напряжения заданного параметром er2, привод прекращает генерацию ШИМ-сигнала и устанавливает статус (параметр dd11) в состояние «Силовое напряжение превышает напряжение, установленное пользователем».

2.Торможение с контролем напряжения. В данном режиме при превышении уровня напряжения заданного параметром er2 привод прекращает генерацию ШИМ-сигнала. При возврате напряжения в безопасный диапазон привод возобновляет управление. Таким образом, обеспечивается безопасный уровень напряжения с сохранением работоспособности привода.

Например, на Рис. 2 приведены графики напряжения и скорости при установленном ограничении 100В, снятые с привода СПШхх-34100.

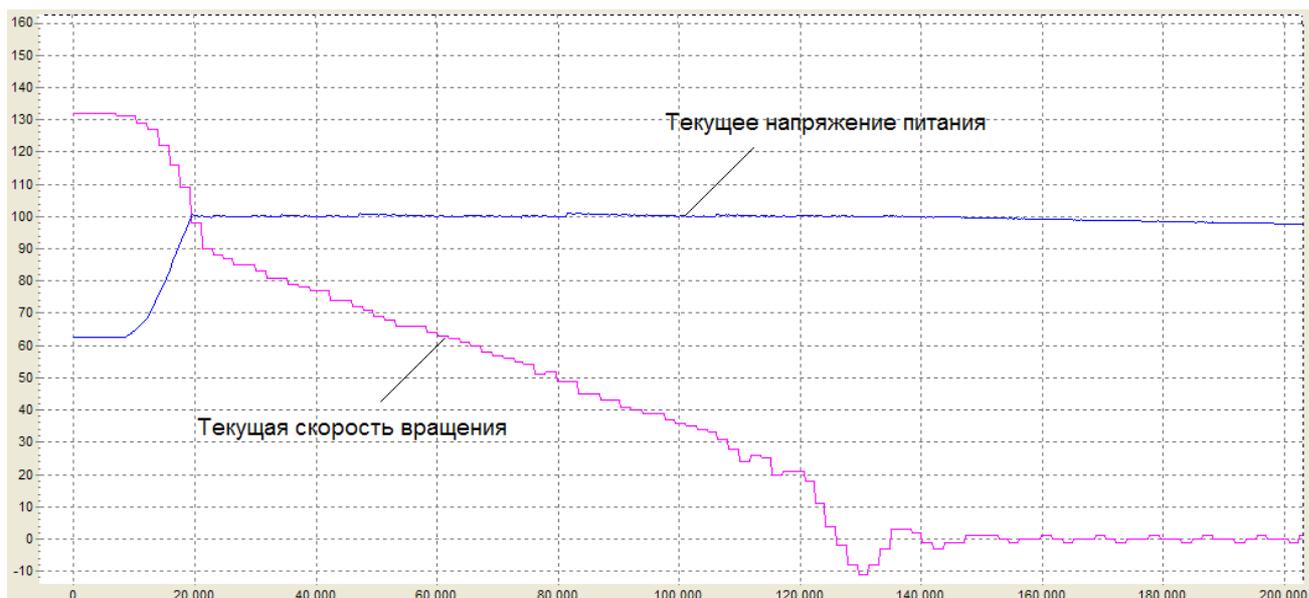


Рис. 2. Торможение с контроллера уровня напряжения.

Из графиков видно, что динамика привода уменьшается, однако при этом обеспечивается безопасный уровень напряжения.

Для привода СПШхх-34100 рекомендуется использовать блок питания со схемой рассеивания вырабатываемой приводами энергии.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|
| ер3 | 0x0052 | Ток поиска фазы | 2000 | 20000 |
| ер4 | 0x0053 | Время поиска фазы | 2000 | 20000 |
| ер6 | 0x0056 | Период поиска фазы | 1 | 3 |

Значение по умолчанию: ер3=15000, ер4=10000, ер6=1.

Описание: Данные параметры предназначены для настройки процесса поиска фазы. Данные параметры действительны только для приводов серии СПШ. Поиск фазы представляет собой поиск соответствия инкрементального датчика и полюса двигателя. Данный процесс выполняется в нескольких случаях в зависимости от состояния привода:

1. Поиск фазы при подаче цифрового питания:
 - статус контроллера не был установлен в состояние «останов по команде» до выключения привода;
 - силовое питание подано до подачи цифрового питания и соответствует условиям эксплуатации.
2. Поиск фазы при подаче силового напряжения:
 - цифровое напряжение подано до подачи силового напряжения;
 - статус контроллера не был установлен в состояние «останов по команде» до выключения привода.
3. Поиск фазы при переводе привода в состояние «исправен»:
 - статус контроллера был установлен в состояние «останов по команде» до выключения привода;
 - силовое и цифровое питание поданы и соответствуют условиям эксплуатации.

Чем больше статический момент, приложенный к валу двигателя, тем больше должно быть значение параметра ер3. Чем больше инерция, приведенная к валу двигателя, тем больше должно быть значение параметра ер4. При питании нескольких приводов от одного блока питания и при больших значениях параметра ер3 необходимо разносить циклы поиска фаз приводов. В приводах серий СПШ есть возможность установить номер поиска фаз (параметр ер6), при этом

каждый из приводов выполняет поиск в своем временном интервале, что снижает нагрузку на силовое питание.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|-----------------------|
| ep5 | 0x0054 | Максимальная температура | 70 град. | 100 град. |

Значение по умолчанию: 70 град.

Параметр только для чтения.

Описание: Параметр устанавливается при сборке привода, его значение зависит от допустимых температур используемых компонент.

При превышении значения внутреннего датчика температуры значения, указанного в ep5, привод прекращает управление двигателем. При этом статус привода устанавливается в значение «Останов, выход из температурного диапазона».

Для повторного включения необходимо дождаться понижения температуры внутри корпуса и выполнить сброс питания, либо выполнить принудительный запуск с помощью программы Мотомастер[©] (см. документ «I - Руководство пользователя.pdf»).

Параметры управления

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ct1 | 0x0200 | Задание контура тока | -4 А | 4 А |

Значение по умолчанию: 0 А.

Описание: с помощью данного параметра пользователь может установить задающее воздействие для контура тока в амперах. Данный параметр может использоваться только, если разомкнуты контуры скорости и положения.

ВНИМАНИЕ! Данный параметр пересчитывается при записи в привод и при отображении значения в программе Мотомастер[©] (см. п. Пересчет параметров).

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ct12 | 0x0202 | Задание контура скорости | -7000 об/мин | +7000 об/мин |

Значение по умолчанию: 0 об/мин.

Описание: с помощью данного параметра пользователь может установить задающее воздействие для контура скорости в оборотах в минуту. Данный параметр может использоваться только, если разомкнут контур положения.

ВНИМАНИЕ! Данный параметр пересчитывается при записи в привод и при отображении значения в программе Мотомастер[©] (см. п. Пересчет параметров).

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ct13 | 0x0204 | Задание контура позиции | -2147483647 | +2147483647 |

Значение по умолчанию: 0.

Описание: с помощью данного параметра пользователь может установить задающее воздействие для контура положения в импульсах.

Динамические параметры

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Dd1 | 0x0400 | Текущий ток в обмотке 1 | -5А | +5А |

| | | | | |
|------------|--------|--------------------------------|-----|-----|
| Dd3 | 0x0405 | Текущий ток в обмотке 2 | -5А | +5А |
|------------|--------|--------------------------------|-----|-----|

Описание: параметры отображают текущие измеренные значения токов в обмотках 1, 2.
Параметры только для просмотра.

ВНИМАНИЕ! Данный параметр пересчитывается при записи в привод и при отображении значения в программе Мотомастер[©] (см. пункт Пересчет параметров).

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--|----------------------|-----------------------|
| Dd2 | 0x0402 | Заданный ток в роторной системе координат | -5А | +5А |

Параметр только для просмотра.

Описание: параметр отображает текущее заданное значение контура тока.

ВНИМАНИЕ! Данный параметр пересчитывается при записи в привод и при отображении значения в программе Мотомастер[©] (см. пункт Пересчет параметров).

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Dd6 | 0x040A | Заданный ток в обмотке 1 | -5А | +5А |
| Dd9 | 0x040D | Заданный ток в обмотке 2 | -5А | +5А |

Параметры только для просмотра.

Описание: параметры отображают заданные значения токов в обмотках 1, 2 в статорной системе координат.

ВНИМАНИЕ! Данный параметр пересчитывается при записи в привод и при отображении значения в программе Мотомастер[©] (см. пункт Пересчет параметров).

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Dd4 | 0x0408 | Текущая скорость вращения | -7000 об/мин | +7000 об/мин |
| Dd5 | 0x0409 | Заданная скорость вращения | -7000 об/мин | +7000 об/мин |
| dd21 | 0x0419 | Ошибка контура скорости | -7000 об/мин | +7000 об/мин |

Параметры только для просмотра.

Описание: параметры отображают измеренное, заданное значения скорости вращения и рассогласование контура скорости.

ВНИМАНИЕ! Данный параметр пересчитывается при записи в привод и при отображении значения в программе Мотомастер[©] (см. пункт Пересчет параметров).

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Dd7 | 0x040B | Текущая позиция | -2147483647 дискрет | 2147483647 дискрет |
| Dd8 | 0x040C | Заданная позиция | -2147483647 дискрет | 2147483647 дискрет |
| dd19 | 0x0417 | Ошибка контура позиции | -2147483647 дискрет | 2147483647 дискрет |

Параметры только для просмотра.

Описание: параметры отображают измеренное, заданное значения позиции и ошибку контура скорости.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|----------|----------------------|-----------------------|
| | | | | |

| | | | | |
|-------------|--------|-----------------------------------|-----------|------------|
| Dd10 | 0x040E | Температура внутри корпуса | -40 град. | +100 град. |
|-------------|--------|-----------------------------------|-----------|------------|

Параметр только для просмотра.

Описание: параметр отображает текущее измеренное значение температуры внутри корпуса системы управления.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|
| Dd11 | 0x040F | Статус контроллера | 0 | 8 |

Параметр только для просмотра.

Описание: параметр отображает текущее состояние системы управления:

- 0:«исправен»;
- 1:«останов по команде» - привод переведен в состояние останова командой пользователя;

ВНИМАНИЕ! Данное состояние привода, в целях безопасности, записывается в энергонезависимую память привода и восстанавливается при повторных запусках. Для перевода в рабочее состояние нажмите «Пуск»;

- 2:«останов - высокое противодействующее усилие» - привод не смог достигнуть заданного значения скорости в течение времени, указанного в параметре vrb. Переведите привод в рабочее состояние путем нажатия «Пуск» или выполните сброс контроллера;
- 3:«останов - короткое замыкание» – переход в данный режим возможен при неправильно настроенных параметрах привода, а также при неисправности силовой части системы управления и замыкании обмоток двигателя внутри корпуса. Проанализируйте параметры ss2, ss8-ss15. Если данное сообщение появляется при включении привода – свяжитесь со службой тех. поддержки. Для перевода в рабочее состояние нажмите «Пуск» или выполните сброс контроллера. Не включайте привод сразу после появления данного сообщения, подождите 1 мин, в течение которой температура силовых элементов понизится до безопасной температуры;
- 4:«выход из температурного диапазона» - переход в данный режим возможен при неправильно настроенных параметрах привода, а также при не соблюдении норм эксплуатации сервопривода. Система управления автоматически переведет привод в рабочее состояние, продолжив обработку текущего задания при снижении температуры до безопасного значения;
- 5:«повышенное напряжение» - проверьте, что силовое напряжение питания не превышает 90 В;
- 6:«низкое напряжение» - проверьте, что силовое напряжение питания не ниже 12 В и выше цифрового напряжения питания;
- 7:«повышенное цифровое напряжение» - проверьте, что цифровое напряжение питания находится в диапазоне 12-15 В;
- 8:«низкое цифровое напряжение» - проверьте, что цифровое напряжение питания находится в диапазоне 12-15 В;
- 9:«силовое напряжение превышает напряжение, установленное пользователем» - привод зафиксировал напряжение, уровень которого превышает значение, указанное в параметре ep2.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Dd12 | 0x0410 | Текущее напряжение питания | 0В | 150В |

Описание: параметр отображает текущее измеренное значение силового напряжения питания.

Параметр только для просмотра.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Dd12 | 0x0410 | Текущее напряжение питания | 0В | 150В |

Описание: параметр отображает текущее измеренное значение цифрового напряжения питания. Это значение должно быть в пределах 12-17В.

Параметр только для просмотра.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---|----------------------|-----------------------|
| Dd15 | 0x0413 | Время выполнения команды интерпретатором | | |

Параметр только для просмотра.

Определяет максимальное время, которое интерпретатор затрачивает на выполнение команды в текущей программе. Параметр имеет действительное значение только после запуска программы.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---|----------------------|-----------------------|
| Dd16 | 0x0414 | Время выполнения программы интерпретатором | | |

Параметр только для просмотра.

Параметр показывает максимальное время, которое интерпретатор затрачивает на выполнение всей программы.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| Dd17 | 0x0415 | Аналоговый вход 0 | -2047 | +2047 |
| Dd18 | 0x0416 | Аналоговый вход 1 | -2047 | +2047 |

Текущие значения, установленные на аналоговых портах ввода.

Системные параметры

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---|----------------------|-----------------------|
| Ss2 | 0x001F | Количество КЗ | 0 | 65536 |
| Ss3 | 0x0020 | Количество превышений температуры | 0 | 65536 |
| Ss4 | 0x0021 | Количество перенапряжений | 0 | 65536 |
| Ss5 | 0x0022 | Количество пониженного значения напряжения | 0 | 65536 |
| Ss6 | 0x0023 | Количество перегрузок | 0 | 65536 |

Параметры только для просмотра.

Описание: счетчики событий за время эксплуатации привода. При возникновении аварийных событий происходит увеличение значения соответствующего счетчика на 1.

ВНИМАНИЕ! Отключение двигателя по данным событиям не является штатным режимом работы, примите меры по устранению условий возникновения данного события.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|----------|----------------------|-----------------------|
|----------------|-----------------|----------|----------------------|-----------------------|

| | | | | |
|------------|--------|--|---|-------|
| Ss7 | 0x0024 | Количество перепрограммирований | 0 | 65536 |
|------------|--------|--|---|-------|

Параметры только для просмотра.

Описание: количество замены прошивки привода за время эксплуатации. DSP контроллер имеет ограниченное число циклов перепрограммирований. Гарантированное число программирований составляет 500.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|-----------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ss8-Ss15 | 0x0025-0x002C | Журнал последних 8 событий | - | - |

Параметры только для просмотра.

Описание: в журнал сохраняются последние 8 аварийных событий, которые были зафиксированы в привод.

Параметры тестирования

Сервоприводы СПШ и СПС поддерживает тестовый режим, с помощью которого можно проанализировать качество переходных процессов в приводе. Эксперимент проводится следующим образом:

1. Пользователь настраивает параметры теста.
2. Далее настраивает осциллограф и выполняет запуск эксперимента.
3. Сервопривод обрабатывает эксперимент и сохраняет 1500 выборок каждого параметра (не более трех), с заданным интервалом.
4. Сервопривод передает сохраненные значения в Мотомастер[©].

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|
| Tr1 | 0x0500 | Режим осциллографа | 0 | 6 |

Описание: задает текущий тестовый режим:

1. Непрерывный режим - режим непрерывного сканирования заданных координат.
2. Ступенька - приращение позиции на заданный шаг.
3. Синус - синусоидальное изменение позиции с заданными параметрами.
4. Приращение скорости.
5. Синусоидальное изменение скорости.
6. Параболическое изменение скорости.
7. Измерение без задания - в данном режиме задающее воздействие не вносится, происходит лишь сканирование требуемых координат в течение определенного времени.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Tr2 | 0x0502 | Период опроса | 25 мкс | 25000 мкс |

Описание: параметр определяет, с какой частотой будет выполняться опрос требуемых параметров. Длительность всего эксперимента составляет Tr2*3000 мксек.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Tr3 | 0x0504 | Амплитуда задания положения | -2147483647 | 2147483647 |

| | | | | |
|------------|--------|-----------------------------------|--------|-------|
| Tr6 | 0x0506 | Амплитуда задания скорости | -14000 | 14000 |
|------------|--------|-----------------------------------|--------|-------|

Описание: если параметр Tr1=Ступенька/ Приращение скорости, то Tr3/Tr6 определяет приращение, которое будет добавлено к текущей позиции/скорости в момент проведения теста. Если параметр Tr1=Синус/ Синусоидальное изменение скорости, то Tr3/Tr6 определяет амплитуду синусоидального задания контура позиции/скорости.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------|-----------------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Tr5 | 0x0505 | Период задающего воздействия | 25 мкс | 25000 мкс |

Описание: если параметр Tr1=Ступенька/ Приращение скорости, то Tr5 определяет время после начала эксперимента, через которое будет выполнено приращение задающего воздействия. Если параметр Tr1=Синус/ Синусоидальное изменение скорости, то Tr5 определяет амплитуду синусоидального задания контура позиции/скорости.

Пользовательские параметры

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|-------------------|------------------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| up0 .. up7 | 0x0700 .. 0x0707 | Переменные общего назначения | -2147483647 | 2147483647 |

Описание: Данные переменные могут использоваться произвольно пользователем для хранения технологической информации.

| Имя переменной | Адрес параметра | Описание | Минимальное значение | Максимальное значение |
|----------------------------------|----------------------------|--|----------------------|-----------------------|
| X Y Z | 0x0708 0x0709 0x070A | Переменные, использующиеся во внутреннем программируемом логическом контроллере привода | -2147483647 | 2147483647 |

Параметры только для просмотра.

Описание: см. документ «III - язык программирования.pdf».

Протокола управления сервоприводами по шине CAN

Основные преимущества использования CAN интерфейса при управлении приводами СПШ и СПС по сравнению с интерфейсами Step/Dir и $\pm 10V$:

1. Все устройства могут быть объединены последовательно обычной витой парой – экономия проводов и легкость монтажа.
2. Высокая надежность передачи данных – на канальном и физическом уровне CAN протокола реализованы механизмы выявления ошибок, проверки достоверности данных, восстановления протокола, подтверждения принятия данных. В результате прикладные данные передаются быстро и без ошибок.
3. Высокая детерминированность цифровой шины CAN. Данные передаются в режиме реального времени строго с установленным приоритетом команды.
4. Большая дальность и помехозащищенность связи.
5. Возможность передачи как данных управления от контроллера верхнего уровня в приводы, так и обратной связи в обратном направлении по одной линии связи.
6. Возможность синхронизации контуров управления приводов для исключения появления динамической ошибки, связанной с асинхронностью расчета сигналов управления отдельными приводами.

В текущей реализации используется стандартный формат сообщения, состоящий из 11-ти битного идентификатора (ID10-ID0) и данных, длина которых варьируется от 0 до 8 байт.

Идентификатор сообщения в шине CAN определяет приоритет команды. CAN шина обладает высокой детерминированностью – это означает, что готовое к отправке сообщение с самым высоким приоритетом начнет передаваться немедленно, если линия свободна, и не позже завершения передачи текущего сообщения. Например, такие высокоприоритетные команды как аварийный останов будут гарантировано переданы и обработаны приводом в течение 300 мкс, за это время вал двигателя повернется на 5 градусов при установленной скорости вращения 3000 об/мин.

Формат передаваемого сообщения.

| | | | |
|---------------|-------------------------------|------------------------------|---------|
| ID10 – ID6 | ID5 – ID3 | ID2-ID0 | 8*8 бит |
| Команда (com) | Адрес источника (source_addr) | Адрес назначения (sink_addr) | данные |

В рамках одной сети необходимо, чтобы каждое устройство имело уникальный адрес в диапазоне от 0 до 6.

Адрес 7 используется как широковещательный. Любая посылка, переданная со значением поля source_addr, равным 7, будет воспринята всеми приводами.

Команды протокола обмена

Команды приведены в порядке убывания приоритета.

| Команда | Данные | Описание | Формат данных |
|---------|--------|-----------------------------------|---------------|
| 1 | - | Экстренный останов привода | |

Команда передается контроллером управления движения в привод.

Команда экстренного останова предназначена для останова вращения вала двигателя за максимально короткое время.

При получении данной команды привод выполняет следующие действия:

1. Устанавливает максимальное ускорение.
2. Устанавливает текущую позицию в качестве задания по позиции приводу.

Скорость останова зависит от нескольких параметров: текущей скорости вращения, текущей нагрузки и инерции приведенной к валу двигателя, текущего напряжения питания, наличия тормозного резистора, а также уровня допустимого напряжения, установленного в параметре ep2.

Например, привод выполнит останов со скорости 500 об/мин за 15 мс, при этом вал двигателя прокрутится на 22,5 градуса, если уровень силового напряжения питания привода составляет 60В; инерция, приведенная к валу двигателя не превышает инерцию вала двигателя.

| Команда | Данные | Описание | Формат данных |
|---------|--------|------------------------------|---------------|
| 2 | - | Команда синхронизации | |

Команда передается контроллером управления движения в широковещательном режиме в приводы.

Команда используется для синхронизации управляющих контуров приводов СПШ/СПС в сети.

Все приводы рассчитывают задание позиции и скорости асинхронно друг относительно друга. Асинхронность работы контуров управления на разных приводах связана с разбросом параметров генераторов процессоров, а также асинхронностью включения. Данный эффект приводит к появлению динамической ошибки приводов.

Команда должна передаваться с частотой, не превышающую частоту контура скорости приводов, более чем на 10%.

Необходимо иметь в виду, что джиттеринг передачи данной команды контроллером управления движением напрямую будет влиять на качество работы приводов, поэтому при использовании данной команды необходимо, чтобы контроллер движения работал в режиме жесткого реального времени.

В разделе «*Примеры*» приведены рекомендации по использованию данной команды.

| Команда | Данные | Описание | Формат данных |
|---------|--------|------------------------------------|---------------|
| 3 | - | Прекратить генерировать ШИМ | |

Команда передается контроллером управления движения в приводы.

После получения данной команды привод выключает генерацию ШИМ-сигнала в обмотки двигателя. Данная команда предназначена для аварийного выключения системы.

Команда может использоваться для аварийного останова в сочетании с командой экстренного останова следующим образом:

При нажатии оператором аварийной кнопки останова контроллер верхнего уровня (КВУ) выполняет передачу команды «Экстренный останов»; затем КВУ анализирует принятую обратную связь от привода и при достижении приводов нулевой скорости передает команду «Прекратить генерировать ШИМ». Данный алгоритм позволяет максимально быстро перевести систему в безопасное состояние.

| Команда | Данные | Описание | Формат данных |
|---------|--------|-------------------------------|---------------|
| 4 | - | Включить генерацию ШИМ | |

Команда передается контроллером управления движения в приводы.

После получения данной команды привод возобновляет генерацию ШИМ сигнала. При этом обнуляется позиция привода.

После восстановления работы привода необходимо повторить полный цикл инициализации системы.

| Команда | Данные | Описание | Формат данных |
|---------|--|---|---------------|
| 6 | D0..D1 – приращение задания позиции приво-ду с CAN адресом 1 D2..D3 – приращение задания позиции приво-ду с CAN адресом 2 D4..D5 – приращение задания позиции приво-ду с CAN адресом 3 D6..D7 – приращение задания позиции приво-ду с CAN адресом 4 | Установить приращение позиции для четырех приводов | Signed int16 |

Команда передается контроллером управления движения в широкораспределительном режиме в приводы.

Каждый из четырех приводов по приему данной команды анализирует свой CAN адрес и выбирает соответствующее приращение для корректировки своего задания позиции.

| Команда | Данные | Описание | Формат данных |
|---------|---|--|---|
| 8 | D0..D3 – задание контура позиции D4..D7 (за исключением D4.0, D4.1, D4.2) - форсирующая связь по скорости. D4.0 – значение порта вывода D_OUT.0 привода. D4.1 – значение порта вывода D_OUT.0 привода. D4.2 – сигнал разрешения работы ШИМ сигнала привода (0 – ШИМ не активен) | Установить задание контура позиции, скорости, сигнал разрешения и портов вывода | Signed int32 IQ5 boolean boolean |

Команда передается контроллером управления движения в приводы.

Данная команда устанавливает индивидуальное задание позиции для привода.

Пример кода на языке C для 32x битного компилятора, формирующий сообщение с командой 8.

Структура CAN_MSG

```
struct CAN_MSG {
    unsigned int id;
    unsigned char flags;
    unsigned char len;
    unsigned char data[8];
};
```

Код формирования:

```
* ((int*) can_msg.data) = REQUIRED_POS;
* ((int*) &(can_msg.data[4])) = FORCE_VELOCITY;
* ((int*) &(can_msg.data[4])) <<= 5;
* ((int*) &(can_msg.data[4])) &= 0xFFE0;
* ((int*) &(can_msg.data[4])) |= (Enable<<2) | (P_OUT1) <<1 | P_OUT0;
can_msg.id=0x200|((i+1)&7); //где i - адрес привода
can_msg.len=8;
can_msg.flags=0; //standard frame format
```

Форсирующая связь и значение портов являются опциональными параметрами. Если данные параметры не используются, то их необходимо установить в 0.

| Команда | Данные | Описание | Формат данных |
|---------|-----------------------------------|--|---------------|
| 9 | D0..D1 – задание контура скорости | Установить задание контура скорости | IQ5 |

Команда передается контроллером управления движения в приводы.

Установка текущего задания контура скорости. Установка задания контура тока возможна только при разомкнутом контуре позиции.

| Команда | Данные | Описание | Формат данных |
|---------|-------------------------------|--------------------------------|---------------|
| 10 | D0..D1 – задание контура тока | Установить задание тока | Signed int16 |

Команда передается контроллером управления движения в приводы.

Диапазон: -2150 .. +2150.

Установка текущего задания контура тока. Установка задания контура тока возможна только при разомкнутых контурах позиции и скорости.

| Команда | Данные | Описание | Формат данных |
|---------|--|---------------------------------|---|
| 12 | D0..D3 – текущая позиция D4.0 – цифровой порт ввода 0 D4.1 – цифровой порт ввода 1 D4.2 – цифровой порт ввода 2 D4.3 – цифровой порт ввода 3 D4.4-D4.6 – статус привода D5 и D7.0-D7.3 – значение аналогового порта ввода 0 D6 и D7.4-D7.7 – значение аналогового порта ввода 0 | Текущие значения привода | Signed int32, Signed int16, Signed int16 (изменяется в диапазоне -2500 ... +2500) |

Команда передается приводом в контроллер управления движением.

Данная команда содержит оперативную информацию о состоянии привода и передается с частотой контура скорости.

Пример кода на языке C для 32x битного компилятора, разбирающего сообщение с командой 12:

```
unsigned short val;
CURRENT_POS = *((int*)can_msg.data);
DRIVE_STATUS = (msg_data[4]>>4)&0x07;
P_IN[0] = (msg_data[4]>>0) & 1;
P_IN[1] = (msg_data[4]>>1) & 1;
P_IN[2] = (msg_data[4]>>2) & 1;
P_IN[3] = (msg_data[4]>>3) & 1;
val = frame->data[5]; val <= 4; val |= (frame->data[7]&0x0f);
ANALOG_PORT_IN[0] = val;
val = frame->data[6]; val <= 4; val |= ((frame->data[7]>>4)&0x0f);
ANALOG_PORT_IN[1] = val;
```

где переменная:

- CURRENT_POS – текущую позицию в который в данный момент находится привод;
- DRIVE_STATUS принимает значение статус привода принимает значения параметра dd11;
- P_IN[i] значение считанное с i-го цифрового порта ввода привода;
- ANALOG_PORT_IN[i] значение считанное с i-го аналогового порта ввода привода.

| Команда | Данные | Описание | Формат данных |
|---------|-----------------|-------------------------|---------------|
| 21-31 | D0..D3 – данные | Пользовательские | Signed int32 |

| | | | |
|--|--|----------------|--|
| | | команды | |
|--|--|----------------|--|

Команды предназначены для обмена данными между программами приводов.

В приводы СПШ и СПС интегрирован программируемый логический контроллер, который может быть запрограммирован пользователем. В состав команд входят команды приема и передачи данных по шине CAN.

Данный функционал в ряде случаев дает пользователю возможность строить простые распределенные системы на базе данных приводов без использования контроллеров верхнего уровня. Подробное описание языка программирования приведено в документе «Язык программирования ПЛК».

| Команда | Данные | Описание | Формат данных |
|---------|--------|--|---------------|
| 13 | - | Трансляция USB трафика - Запрос | |
| 14 | - | Трансляция USB трафика – Ответ | |

Данные команды предназначены для трансляции технологического протокола взаимодействия между программой Мотомастер и приводами. Это позволяет предоставить доступ ко всем параметрам привода (см. п. *Технологический протокол*).

Технологический протокол

Технологический протокол предназначен для настройки привода и анализа его работы. С помощью данного протокола пользователь может осуществить доступ как на запись так и на чтение к любым параметрам, описанным в разделе «*Настройка параметров*».

В отличие от протокола управления приводами, технологический протокол является протоколом не реального времени, поэтому передается с низким приоритетом и обрабатывается в приводе потоком, имеющего наименьшим приоритетом.

Технологический протокол передается в поле данных D0-D6 сообщения протокола управления приводами по шине CAN.

Табл. 1. Формат сообщения технологического протокола.

| Байт данных в сообщении CAN | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 |
|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------|----|----|--------------------|----|----|
| Формат технологического протокола | Команда технологического протокола | Адрес параметра | | | Значение параметра | | |

Табл. 2. Список допустимых команд.

| Команда | Краткое описание | Примечание |
|---------|--------------------------------------|---|
| 5 | Запрос значения параметра | Команда передается внешним контроллером при запросе значения параметра |
| 6 | Передача текущего значения параметра | Команда передается приводом в ответ на команду 5 |
| 7 | Установка значения параметра | Команда передается внешним контроллером при установке значения параметра |
| 17 | Запустить программу ПЛК | В D3=n, D4=0 передается номер банка программ, из которого требуется запустить программу. Для останова текущей программы необходимо передать сообщение с D3=255, D4=0 |

Примеры использования CAN протоколов

Во всех примерах, за исключением оговоренных случаев, предполагается, что адрес контроллера управления движением 0, адрес привода 1.

Константы в примерах приведены в 16-ричной системе исчисления.

Примеры использования протокола управления приводами по CAN

Управление позицией в режиме синхронизации:

Передача команды синхронизации от контроллера управления движением в широкополосном режиме.

| ID | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0x87 | | | | | | | | |

Передача задания позиции 1000 импульсов приводу с адресом 1

| ID | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 |
|-------|------|------|------|------|----|----|----|----|
| 0x201 | 0x00 | 0x04 | 0x00 | 0x00 | | | | |

Передача задания позиции 2000 импульсов приводу с адресом 2

| ID | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 |
|-------|------|------|------|------|----|----|----|----|
| 0x202 | 0x00 | 0x08 | 0x00 | 0x00 | | | | |

Передача текущей позиции привода с адресом 1 в шину CAN.

| ID | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0x708 | 0x00 | 0x04 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 |

Передача текущей позиции привода с адресом 2 в шину CAN.

| ID | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0x710 | 0x00 | 0x08 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 |

Примеры использования технологического протокола

Запрос значения статуса привода, параметра dd11

| ID | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 |
|-------|------|------|------|----|----|----|----|----|
| 0x341 | 0x05 | 0x04 | 0x0F | | | | | |

В ответ на данный запрос привод передаст в шину CAN команду – текущий статус привода.

| ID | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 |
|-------|------|------|------|----|----|----|----|----|
| 0x388 | 0x06 | 0x04 | 0x0F | 1 | 0 | | | |

В данном примере статус привода «Останов по команде».

Установка задания по скорости, параметра ct2

| ID | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| 0x341 | 0x07 | 0x02 | 0x02 | 0x00 | 0x60 | 0x09 | 0x00 | |

Значение передается в формате IQ12. Формат IQ12 определяет дробное число с фиксированной точкой. В формате IQ12 старшие 20 бит определяют целое знаковое число, а младшие 12 бит дробную часть числа.

В данном примере устанавливаемое значение $v=1500$ об/мин.

В формате IQ12 $v_{iq12} = v \ll 12 = 0x00096000$.

Запуск программы ПЛК, расположенной в банке программ 0 и останов

| ID | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 |
|-------|------|----|----|------|------|----|----|----|
| 0x341 | 0x14 | - | - | 0x00 | 0x00 | | | |

| ID | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 |
|-------|------|----|----|------|------|----|----|----|
| 0x341 | 0x14 | - | - | 0xFF | 0x00 | | | |

Методика настройки привода

Ниже приведена стандартная последовательность действий, которые необходимо совершить при настройке параметров привода:

1. Выполнить подключение линий питания и интерфейсов в соответствии с описанием и схемой, приведенной в документе «Руководство пользователя».
2. Подать цифровое и силовое напряжения питания на привода.
3. Подключить кабель USB к ПК.
4. Установить программное обеспечение Мотомастер[©] и драйвер виртуального СОМ-порта, находящиеся на CD-диске в соответствии с описанием, приведенном в документе «Руководство пользователя.pdf».
5. Запустить Мотомастер[©].
6. Подключитесь к приводу.
7. Сделать экспорт параметров (резервное копирование). Это позволит быстро восстановить параметры привода после повреждения или в случае его замены.

Настройка контура скорости:

8. Перейти к вкладке «Статические параметры/Контур позиции».
9. Разомкнуть контур позиции.
10. Перейти к вкладке «Статические параметры/Контур скорости».
11. Замкнуть контур скорости.
12. Для анализа качества переходного процесса рекомендуется временно отключить режим плавного разгона, если это допускает механическая система, к которой подключается привод (параметр $vr9$ = «Режим с максимальной динамикой»).
13. Установить максимально допустимую скорость вращения, коэффициент обратной связи и требуемое ускорение.
14. Перейти к вкладке «Параметры тестирования».
15. Установить параметр $Tr1$ в «Приращение скорости».
16. Настроить параметры $tr2$, $tr5$, $tr6$.
17. Перейти в окно осциллографа.
18. Выбрать каналы тестирования (не более трех). Например, текущая скорость вращения, заданный ток в роторной системе координат. При этом выставить множитель тока в 1000.
19. Выполнить запуск теста и дождаться отображения графиков на экране.

Пример графиков переходных процессов в СПШ10-23017 приведен на Рис. 3. На графике приведен реверс на скорости -500 об/мин. Масштаб задания контура тока и тока в обмотке 1 составляет 1000:1. Время выполнения переходного процесса 15 мс.

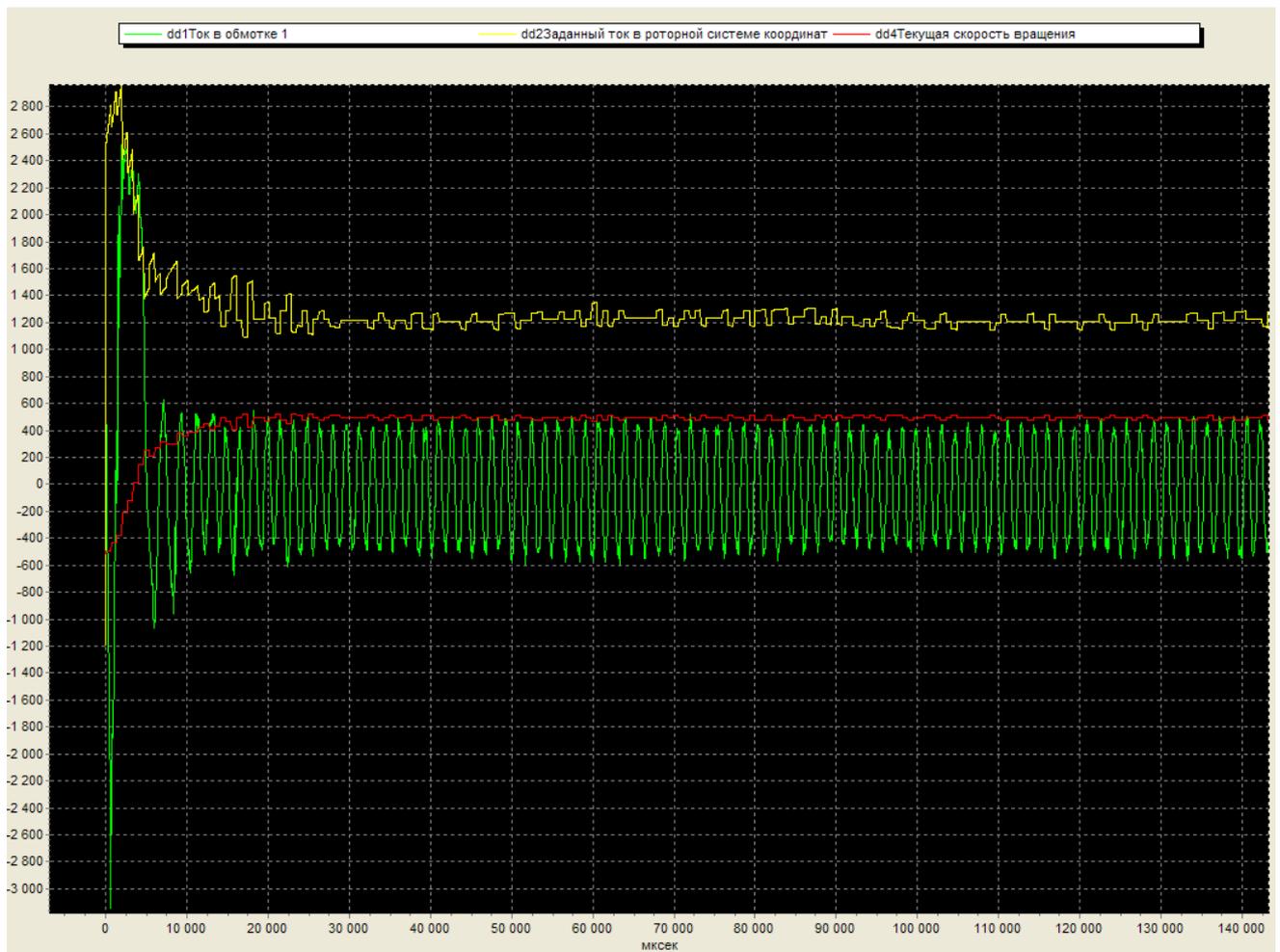


Рис. 3. Пример переходного процесса.

Условия проведения эксперимента:

- момент нагрузки 0,5 Нм;
- суммарная инерция приведенная к валу двигателя (с учетом самого ротора двигателя) 950 г*см².

Параметры СПШ10-23017:

- ср1 = 2
- ср3 = 3
- ср4 = 4
- ср5 = замкнут
- вр1 = 0.6
- вр2 = 0.3
- вр3 = 1
- вр4 = 500
- вр9 = режим с максимальной динамикой
- вр7 = замкнут
- вр16=10
- рр5 = разомкнут

ВНИМАНИЕ! Приводы СПШ и СПС имеет высокие динамические характеристики, однако слишком высокая жесткость системы приводит к заметным рывкам, которые уменьшают срок службы двигателя и исполнительного устройства. Используйте функцию плавного разгона и торможения.

20. Проанализируйте качество переходного процесса.

21. Увеличьте значение параметра tr_2 , если эксперимент завершился прежде, чем закончился переходный процесс.
22. Уменьшите значение параметра tr_2 , если разрешение графиков оказалось слишком низким.
23. При необходимости скорректируйте пропорциональный и интегральный коэффициенты контура скорости и повторите эксперимент.
24. Установите значение vr_9 в состояние «Режим плавного разгона/торможения».
25. Установите требуемое значение ускорения.
26. Выполните анализ переходных процессов с новыми настройками.
27. Настройте параметр vr_8 (Максимальная скорость вращения) в соответствии с максимальной рабочей нагрузкой на валу двигателя таким образом, чтобы скорость вращения вала достигала заданного значения в статическом режиме.
28. Настройте параметр vr_6 в соответствии с требованиями системы по безопасности.
29. При появлении резонансов в определенных диапазонах скоростей вращения выполните настройку vr_{10} - vr_{13} , которые позволяют исключить два диапазона скоростей из функции плавного разгона/торможения.

Настройка контура позиционирования:

30. Перейти к вкладке «Статические параметры/Контур положения».
 31. Установите параметр «Состояние контура положения» в значение «Замкнут».
 32. Установить минимальное значение pp_1 .
 33. Перейти к вкладке «Параметры тестирования».
 34. Установить параметр Tr_1 в «Ступенька».
 35. Настроить параметры tr_2 , tr_3 , tr_5 .
 36. Перейти в окно осциллографа.
 37. Выбрать каналы тестирования (не более трех). При этом не допускается установка одновременно двух параметров «Заданное положение», «Текущее положение». Пример выбранных параметров: текущее положение, текущая скорость вращения, заданная скорость вращения.
 38. Выполнить запуск теста и дождаться отображения графиков на экране.
 39. Проанализируйте качество переходного процесса, при необходимости настроив смещение и множители.
 40. При необходимости скорректируйте параметры pp_1 и повторите эксперимент.
 41. Перейти к вкладке «Статические параметры/Интерфейс».
 42. Установите параметр «Источник опорного сигнала» в требуемое значение.
 43. При выборе интерфейса Step/Dig выполните настройку параметра ip_1 .
 44. При выборе аналогового интерфейса выполните настройку параметров ip_1 , ip_6 , ip_{12} .
- Завершение настройки:
45. После выполнения настройки сделать экспорт параметров (резервное копирование). Это позволит быстро восстановить параметры привода после повреждения или в случае его замены.
 46. Выполните сброс контроллера, чтобы все параметры вступили в силу.
 47. В течение первого времени штатной эксплуатации выполните анализ температурного режима. Для этого через 30, 60, 120, 360 минут оцените текущую температуру и обеспечьте требуемые условия эксплуатации в случае приближения температуры к указанного в параметре ep_5 .