

СЕРВОСИСТЕМЫ

MELSERVO СЕРИИ MR-J4: ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Данный курс является частью системы интерактивного (электронного) обучения и предназначен для изучения процесса создания сервосистем с использованием устройств серии MELSERVO-J4.

Данный курс предназначен для тех, кто впервые работает над созданием сервосистемы, используя устройства серии MELSERVO-J4, и обучается установке системы, выполнению соединений и других работ, вплоть до проверки работы системы и ее мониторинга.

Для прохождения данного курса необходимо обладать базовыми знаниями о сервосистемах переменного тока.

Начинающим рекомендуется пройти следующий курс обучения:

- Промышленная автоматика для начинающих: системы сервопривода

Ниже приведено краткое описание содержания данного курса.
Содержание глав рекомендуется изучать по порядку, начиная с главы 1.

Глава 1. Изучение информации об устройствах серии MELSERVO-J4

В этой главе описаны возможности, базовая конфигурация и модельный ряд устройств серии MELSERVO-J4.

Глава 2. Пример системы и конфигурация оборудования

В этой главе описаны процесс выбора сервосистемы, названия ее компонентов и их функции.

Глава 3. Установка сервоусилителя, серводвигателя и выполнение соединений

В этой главе описаны процесс установки сервоусилителя и серводвигателя, а также выполнение соответствующих соединений.

Глава 4. Настройка и запуск сервоусилителя

В этой главе описана настройка параметров и проверка работы с помощью приложения MR Configurator2.

Глава 5. Регулировка и обслуживание сервоусилителя

В этой главе описана проверка работы на примере системы с установленным серводвигателем.

Глава 6. Функции обеспечения безопасности и энергосбережения

В этой главе описаны функции обеспечения безопасности и характеристики энергоэффективности устройств серии MELSERVO-J4.

ИТОГОВЫЙ ТЕСТ

Проходной балл — 60% и выше.

Переход к следующей странице		Переход к следующей странице.
Возврат к предыдущей странице		Возврат к предыдущей странице.
Переход к нужной странице		Отображение содержания курса для перехода к нужной странице.
Завершение обучения		Завершение обучения. Закрытие окон, таких как "Содержание" и окно обучения.

Меры предосторожности

Если при прохождении этого курса на практике используется соответствующее оборудование, ознакомьтесь с описанными в руководстве к этому оборудованию необходимыми мерами предосторожности и соблюдайте их, чтобы использовать его должным образом.

Предупреждения относительно данного курса

- Окна программного обеспечения используемой вами версии могут отличаться от показанных в качестве примера в материалах данного курса.

Ниже указаны версии программного обеспечения, с которым вы ознакомитесь в данном курсе.

- MR Configurator2 версия 1.12N
- MRZJW3-MOTSZ111E версия C5

Справочные материалы

Ниже приведен список справочной информации, касающейся тем, которые рассматриваются в данном курсе. (Использование этих справочных материалов не является абсолютно необходимым для прохождения курса.) Для загрузки файла со справочной информацией щелкните по названию справочного материала.

Название материала	Формат файла	Размер файла
Пример программы	Сжатый файл	9 kB

Глава 1 Изучение информации об устройствах серии MELSERVO-J4

В данном курсе изучается создание сервосистемы с использованием универсального сервопривода переменного тока Mitsubishi MELSERVO-J4 (для простоты называемого далее "MR-J4").

В главе 1 приведены обзор сервосистемы, примеры ее применения, а также информация о сервоусилителях и серводвигателях серии MR-J4.

1.1 Обзор сервосистемы

Сервосистема состоит из контроллера, сервоусилителя и серводвигателя.

Сервосистема

Контроллер сервосистемы



Контроллер движения



Модуль управления движением



Модуль позиционирования

- Исходя из заданных пользователем данных позиционирования на сервоусилитель подается команда позиционирования.
- В зависимости от целей конкретной задачи можно выбрать контроллер движения, модуль управления движением или модуль позиционирования.

Сервоусилитель



MR-J4-B



MR-J4W2-B



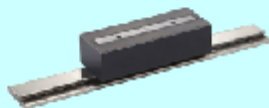
MR-J4W3-B



MR-J4-A

- От контроллера сервосистемы принимается команда позиционирования для управления серводвигателем.
- Для настройки и регулировки сервоусилителя используется ПО настройки MR Configurator2.

Серводвигатель

Вращательный
серводвигательЛинейный
серводвигательДвигатель
непосредственного
привода

- С сервоусилителя принимается питание для приведения в движение вала серводвигателя. Обрато сервоусилителю передаются данные положения, определяемого установленным в серводвигатель энкодером.
- Выбирайте серводвигатель, наиболее подходящий для целей конкретной задачи.

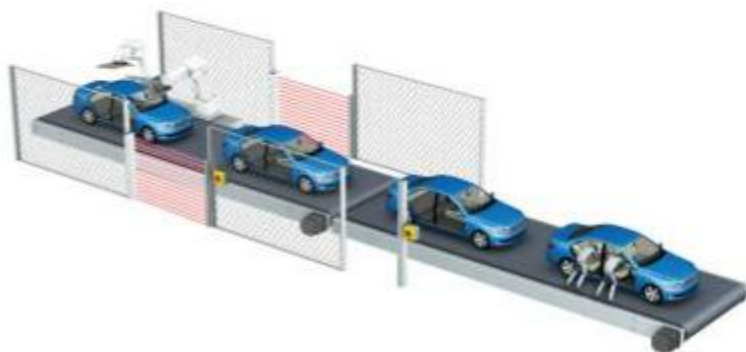
1.2

Примеры применения сервосистем

Примеры применения сервосистем

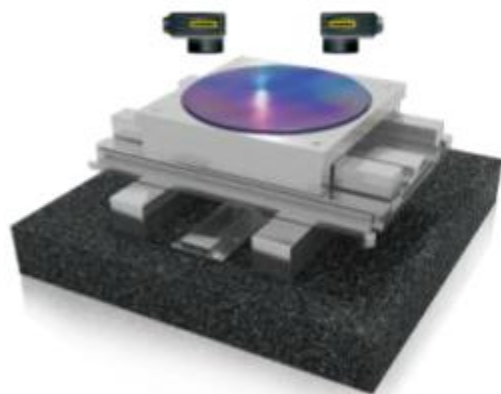
Сервосистемы могут применяться в различных задачах, в которых необходимо управление положением, скоростью или другие типы управления.

- Линия сборки автомобилей



Функции обеспечения безопасности гарантируют безопасность и защиту

- Оборудование производства полупроводников



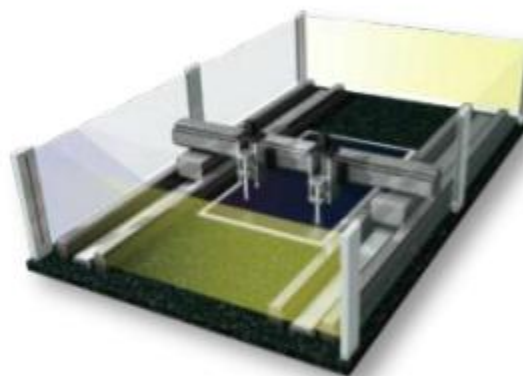
Для точного позиционирования применяются видеосенсоры

- Системы перемещения материалов



Простое создание конвейерных линий

- Оборудование производства жидких кристаллов



Применение линейных серводвигателей позволяет создавать системы с несколькими головками

1.3

Сервоусилитель

Сервоусилители MR-J4 — одни из самых быстрых и точных в отрасли. Они совместимы с широким спектром двигателей: вращательных, линейных и двигателей непосредственного привода.

1.3.1

Возможности сервоусилителей MELSERVO-J4

Сервоусилители серии MR-J4 обладают следующими возможностями.

- Высокая скорость отклика достигается благодаря применению системы управления сервоусилителя с оригинальной архитектурой производителя. Это способствует уменьшению тактового времени устройства и повышению точности.

Время регулирования в сравнении с предыдущей моделью



- В стандартной комплектации серводвигатели оснащены абсолютными энкодерами высокого разрешения. Это позволяет достичь высокой точности позиционирования и плавности вращения.

Разрешение в сравнении с предыдущей моделью



1.3.2

Возможности сервоусилителей MELSERVO-J4

- Усовершенствованная функция автонастройки одним нажатием

Регулировка коэффициентов сервоусиления, в том числе регулировка фильтра подавления резонанса машины, усовершенствованного управления подавлением вибраций II* и робастного фильтра сводится просто к выполнению функции автонастройки одним нажатием. С помощью усовершенствованного управления подавлением вибраций возможности машины используются максимально. Щелкните по кнопке, чтобы просмотреть повторяющееся движение.

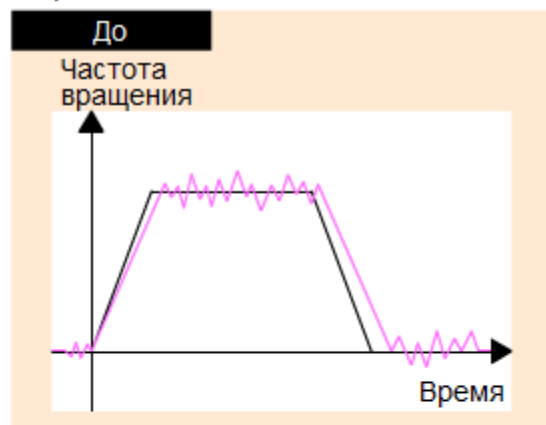
* Усовершенствованное управление подавлением вибраций II автоматически регулирует одну частоту.



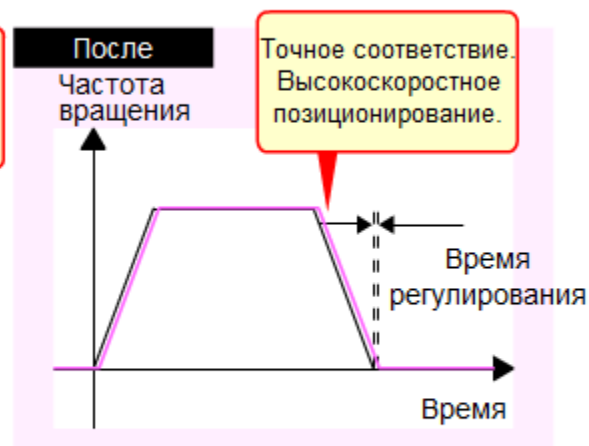
—: Команда

—: Реальная работа

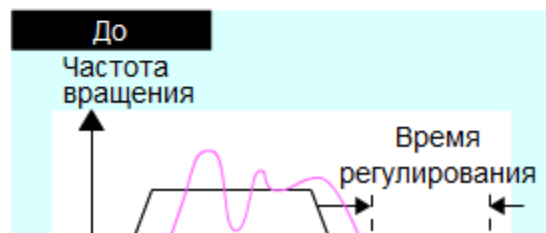
При нестабильном движении машины



Настройка управления подавлением вибраций и робастного фильтра одним нажатием.

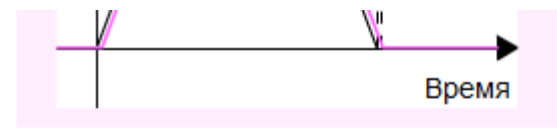
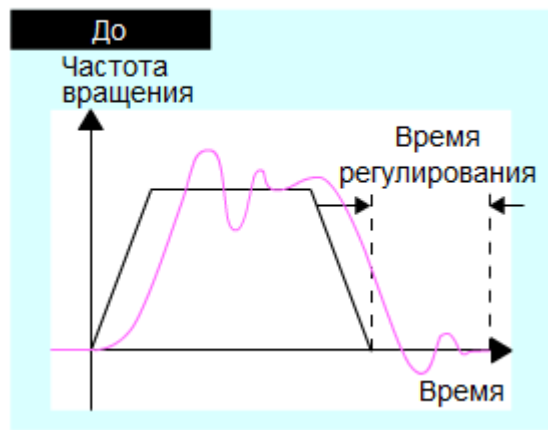


При задержке движения



1.3.2 Возможности сервоусилителей MELSERVO-J4

При задержке движения

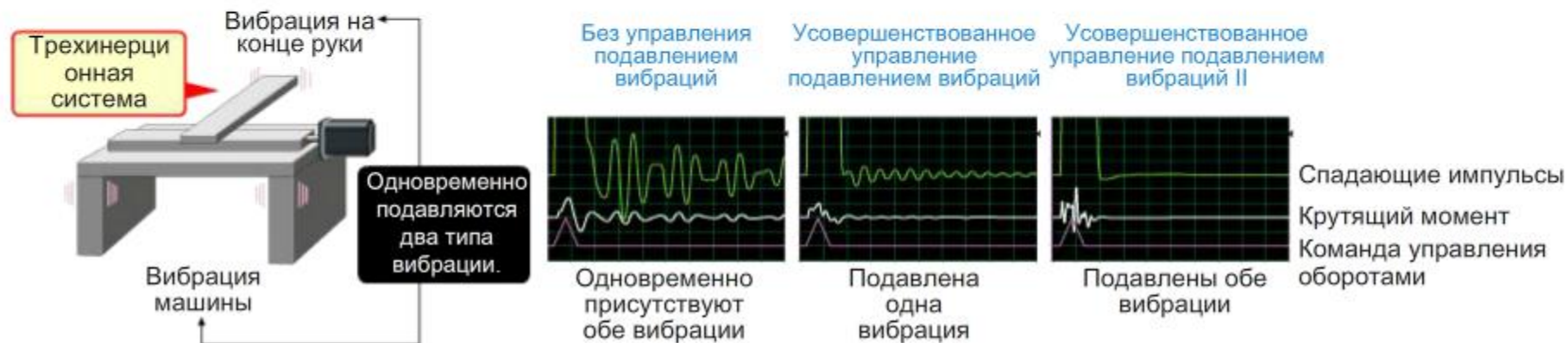


1.3.3

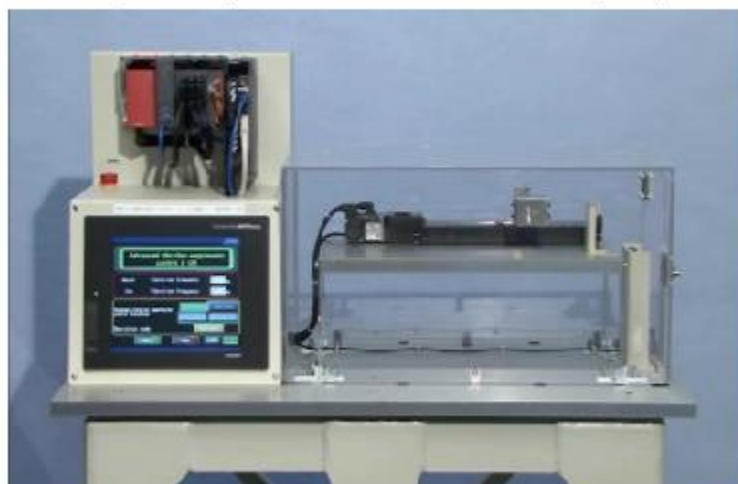
Возможности сервоусилителей MELSERVO-J4

- Усовершенствованное управление подавлением вибраций II

Применение алгоритма подавления вибрации на машинах с трехинерционной системой позволяет одновременно подавлять две низкочастотных вибрации. Настройки также могут выполняться просто одним нажатием. Эффективность такого подавления можно продемонстрировать на примере подавления остаточной вибрации на конце руки робота или корпусе оборудования.



В следующем ролике показано, как функция усовершенствованного управления подавлением вибраций II выполняет подавление остаточной вибрации, возникающей, когда двигатель приведен в заданное положение, в машине с трехинерционной системой и двумя резонансными частотами: корпуса и руки.



(Продолжительность : 01:14)

Имеется два следующих типа сервоусилителей серии MR-J4 с разными командными интерфейсами.

- MR-J4-B . . . Сервоусилители с поддержкой высокоскоростной синхронизированной сети сервосистем "SSCNET III/H"
- MR-J4-A . . . Сервоусилители с поддержкой универсального интерфейса (например, для вывода импульсов или аналогового ввода)

	Особенности	Конфигурация системы
<p>С поддержкой SSCNET III/H</p> <p>MR-J4-B</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Могут подключаться к контроллеру движения, модулю управления движением и т.п., что подходит для многоосевого синхронного управления. • Скорость передачи/приема данных в 3 раза превышает скорость традиционных способов: 150 Mbps для полнодуплексной связи (эквивалентно 300 Mbps для полудуплексной связи). Это радикально повышает отклик системы. • Применение полностью синхронной связи позволяет достичь лучших показателей работы оборудования. • Применение оптической связи радикально улучшает помехоустойчивость. • Общая длина соединений системы может достигать 1600 м. • Возможна значительная экономия на соединениях. 	<p>Контроллер</p>  <p>MR-J4-B</p> <p>Серводвигатель</p>
<p>С поддержкой универсального интерфейса</p> <p>MR-J4-A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Могут подключаться к генератору импульсов, контроллеру позиционирования и т.п. • Поддерживается максимальная частота командных импульсов 4 Mpps. • Также поддерживаются аналоговые команды напряжения. С помощью аналоговых команд напряжения также возможно управление оборотами или крутящим моментом. 	<p>Контроллер</p>  <p>MR-J4-A</p> <p>Серводвигатель</p>

Для управления двумя или тремя серводвигателями имеются, соответственно, 2-осевой сервоусилитель MR-J4W2-B и 3-осевой сервоусилитель MR-J4W3-B.

1.4.1 Модельный ряд сервоусилителей

Здесь представлен модельный ряд сервоусилителей серии MR-J4.

●: Поддерживается ○: Поддержка запланирована -: Не поддерживается

Сервоусилитель	Количество осей	Характеристики электропитания	Командный интерфейс				Режим управления				Мощность				
			SSCNET III/H	Выход импульсов	Аналоговое напряжение	RS-422 многооточечный	Положение	Частота вращения	Крутящий момент	Управление в полностью замкнутом контуре	0,1 kW	1 kW	10 kW	100 kW	
Интерфейс SSCNET III/H	MR-J4-B	1	1-фазный пер. 100V AC	○	-	-	-	○	○	○	○	0.1	0.4	(Запланирован выпуск)	
			3-фазный пер. 200V AC	●	-	-	-	●	●	●	●	0.1	22		
			3-фазный пер. 400V AC	●	-	-	-	●	●	●	●	0.6	22		
Интерфейс SSCNET III/H	MR-J4W2-B	2	3-фазный пер. 200V AC	●	-	-	-	●	●	●	●	0.2	1.0		
	MR-J4W3-B	3	3-фазный пер. 200V AC	●	-	-	-	●	●	●	-	0.2	0.4		
Универсальный интерфейс	MR-J4-A	1	1-фазный пер. 100V AC	-	○	○	○	○	○	○	○	0.1	0.4	(Запланирован выпуск)	
			3-фазный пер. 200V AC	-	●	●	●	●	●	●	●	0.1	22		
			3-фазный пер. 400V AC	-	●	●	●	●	●	●	●	0.6	22		

(на июнь 2013 г)

1.5

Серводвигатель



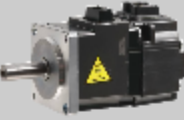


1/2

Кроме вращательных серводвигателей, имеется еще два типа серводвигателей: линейные серводвигатели, способные выполнять высокоскоростное и высокоточное позиционирование, и двигатели непосредственного привода, которые идеально подходят для работы с низкой частотой вращения и высоким крутящим моментом.

1.5.1


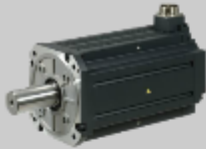


Модельный ряд вращательных серводвигателей

Здесь представлен модельный ряд вращательных серводвигателей.

Серия вращательных серводвигателей		Номинальная (максимальная) частота вращения [r/min]	Характеристики электропитания	Особенности	Номинальная мощность				Примеры применения
					0.1kW	1kW	10kW	100kW	
Низкая мощность	Серия HG-KR 	3000 (6000)	3-фазный пер. 200V AC	Низкая инерция Идеально подходят для общепромышленного оборудования	0.05	0.75			<ul style="list-style-type: none"> •Ременные приводы •Роботы •Монтажные установки •Швейные машины •Двухкоординатные столы •Машины пищевой промышленности •Оборудование производства полупроводников •Вязальные и вышивальные машины
	Серия HG-MR 	3000 (6000)	3-фазный пер. 200V AC	Крайне низкая инерция Хорошо подходит для высокоскоростных операций.	0.05	0.75			<ul style="list-style-type: none"> •Сборочные установки •Монтажные установки
Средняя мощность	Серия HG-SR 	1000 (1500)	3-фазный пер. 200V AC	Средняя инерция В этой серии имеется две номинальных частоты вращения	0.5	4.2			<ul style="list-style-type: none"> •Системы перемещения материалов •Роботы •Двухкоординатные столы
		2000 (3000)	3-фазный пер. 200V AC		0.5	7.0			

1.5

Серводвигатель

Средняя мощность	 <p>Серия HG-SR</p>	1000 (1500)	3-фазный пер. 200V AC	Средняя инерция В этой серии имеется две номинальных частоты вращения.	0.5	4.2	<ul style="list-style-type: none"> •Системы перемещения материалов •Роботы •Двухкоординатные столы
		2000 (3000)	3-фазный пер. 200V AC 3-фазный пер. 400V AC		0.5	7.0	
Средняя/высокая мощность	 <p>Серия HG-JR</p>	(6000: 0,5—5 kW 5000: 7 kW, 9 kW)	3-фазный пер. 200V AC	Низкая инерция Хорошо подходят для операций, выполняемых с высокими скоростью и ускорением/ замедлением.	0.5	9.0	<ul style="list-style-type: none"> •Машины упаковки продуктов питания •Печатные машины
		(3000: 11 kW, 15 kW 2500: 22 kW)	3-фазный пер. 400V AC			11	
Средняя мощность	 <p>Серия HG-RR</p>	3000 (4500)	3-фазный пер. 200V AC	Средняя инерция В этой серии имеется две номинальных частоты вращения.		1.0 5.0	<ul style="list-style-type: none"> •Системы перемещения материалов с чрезвычайно высокой скоростью
Средняя мощность, плоская форма	 <p>Серия HG-UR</p>	(3000: 0,75—2 kW 2500: 3,5 kW, 5 kW)	3-фазный пер. 200V AC	Плоская форма Благодаря плоской конструкции эти устройства хорошо подходят при ограниченном монтажном пространстве.	0.75	5.0	<ul style="list-style-type: none"> •Роботы •Машины пищевой промышленности

1.5.2

Модельный ряд линейных серводвигателей

Здесь представлен модельный ряд линейных серводвигателей.

Серия линейных серводвигателей	Максимальная скорость	Способ охлаждения	Особенности	Тяговое усилие					Примеры применения	
				10N	100N	1000N	10000N	100000N		
С сердечником	Серия LM-H3	3.0	Естественное охлаждение	Подходят для экономии места. Компактный размер и высокое тяговое усилие.		70	960			<ul style="list-style-type: none"> • Системы монтажа полупроводников • Системы очистки полупроводниковых пластин • Машины сборки ЖКД • Перемещение материалов
	Серия LM-F	2.0	Естественное охлаждение	Компактный размер. Встроенная жидкостная система охлаждения позволяет удвоить продолжительное тяговое усилие.		300	3000			<ul style="list-style-type: none"> • Загрузочные устройства прессов • Металлорежущие станки с ЧПУ • Перемещение материалов
		2.0	Жидкостное охлаждение			600	6000			
Серия LM-K2	2.0	Естественное охлаждение	Высокое удельное тяговое усилие. Компенсация силы магнитного притяжения продлевает срок службы линейных направляющих и снижает акустический шум.		120	2400			<ul style="list-style-type: none"> • Системы монтажа полупроводников • Системы очистки полупроводниковых пластин • Машины сборки ЖКД 	

1.5.2


Модельный ряд линейных серводвигателей

Без сердечника	Серия LM-U2 	2.0	Естественное охлаждение	Отсутствие зубцовых составляющих поля сводит к минимуму колебания скорости. Отсутствие силы магнитного притяжения продлевает срок службы линейных направляющих.	 <p>50 800 150 3200</p> <p>Продолжительное Максимальное</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Установки трафаретной печати • Системы сканирующего экспонирования • Контрольно-измерительные системы • Перемещение материалов
----------------	--	-----	-------------------------	---	---	---

1.5.3

Модельный ряд двигателей непосредственного привода

Здесь представлен модельный ряд двигателей непосредственного привода.

Серия двигателей непосредственного привода	Номинальная (максимальная) частота вращения [r/min]	Наружный диаметр двигателя [mm]	Особенности	Крутящий момент				Примеры применения		
				1N·m	10N·m	100N·m	1000N·m			
 Серия TM-RFM	200 (500)	φ130	<ul style="list-style-type: none"> Подходят для операций, требующих низкой частоты вращения и высокого крутящего момента. Плавная работа с меньшим акустическим шумом. Конструкция двигателя с низким профилем способствует компактности машины и снижению ее центра тяжести, что улучшает устойчивость. Применяются в чистых помещениях. 	2	6	6	18		<ul style="list-style-type: none"> Оборудование производства полупроводников Оборудование производства жидких кристаллов Металлорежущие станки 	
	200 (500)	φ180		6	18	18	54			
	200 (500)	φ230		12	72	36	216			
100 (200)	φ330	40	240	120	720					

1.6

Комбинации сервоусилитель/серводвигатель

Здесь представлены комбинации сервоусилителей и серводвигателей серии MR-J4.

● : Поддерживается ○ : Поддержка запланирована - : Не поддерживается

Сервоусилитель		Характеристики электропитания	Вращательный серводвигатель					Линейный серводвигатель				Двигатель непосредственного привода		
			HG-KR	HG-MR	HG-SR	HG-JR	HG-RR	HG-UR	LM-N 3	LM-F	LM-K 2	LM-U 2	TM-FEM	
Интерфейс SSCNET III/H	MR-J4-B	1-фазный пер. 100V AC	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3-фазный пер. 200V AC	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		3-фазный пер. 400V AC	-	-	●	●	-	-	-	●	-	-	-	-
	MR-J4W2-B	3-фазный пер. 200V AC	●	●	●	●	-	●	●	-	●	●	●	●
	MR-J4W3-B	3-фазный пер. 200V AC	●	●	-	-	-	-	●	-	●	●	●	●
Универсальный интерфейс	MR-J4-A	1-фазный пер. 100V AC	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3-фазный пер. 200V AC	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		3-фазный пер. 400V AC	-	-	●	●	-	-	-	●	-	-	-	-

(на июнь 2013 г)

Использование в двигателях серии MR-J4 абсолютных энкодеров позволяет легко создавать системы определения абсолютного положения.

В традиционных инкрементных системах невозможно определить положение и частоту вращения и сохранить в памяти соответствующую информацию перед выключением питания. Поэтому при включении питания сервосистемы, например, при ее запуске, восстановлении после неисправности или возобновлении питания необходимо выставление начального положения (возврат в исходное положение).

Однако в системе определения абсолютного положения можно определить положение и частоту вращения и сохранить соответствующую информацию в памяти перед выключением питания. Поэтому, если в начале работы выставляется исходное положение, работу можно продолжать без необходимости выполнения возврата в исходное положение. В результате сокращается время восстановления работоспособности после неисправности или отключения электропитания.

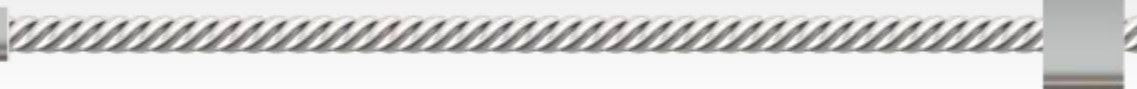
При создании системы определения абсолютного положения с сервоусилителем серии MR-J4 для хранения данных абсолютного положения необходима батарея.

Щелкните по кнопке запуска около надписи "Система определения абсолютного положения" или "Инкрементная система" ниже, чтобы просмотреть анимацию, демонстрирующую работу соответствующей системы.

Система определения абсолютного
положения



Питание включено



Инкрементная система



Питание включено

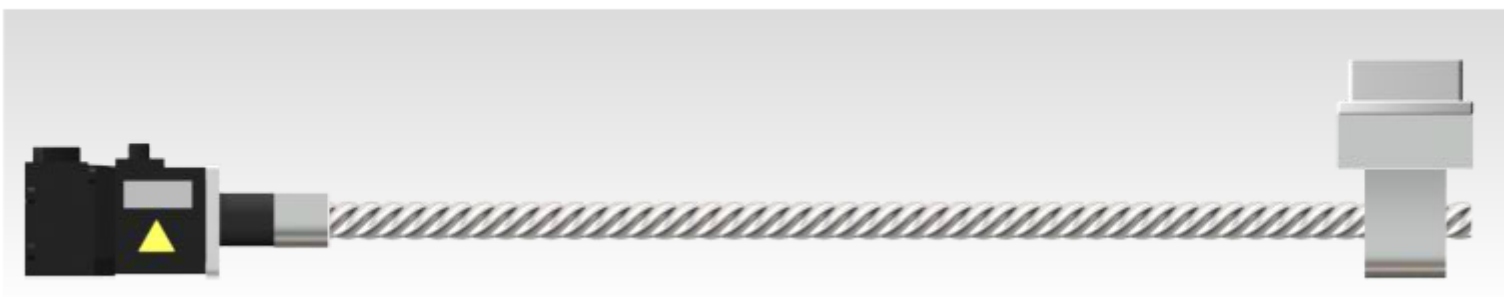


1.7 Система определения абсолютного положения

Инкрементная система



Питание включено



Ниже показана процедура создания сервосистемы.

В данном курсе вы изучите эту процедуру, начиная с этапа "(1) Выбор" и заканчивая этапом "(5) Регулировка".

(1) Выбор сервоусилителя/серводвигателя Глава 2



(2) Установка сервоусилителя, серводвигателя и выполнение Глава 3
соединений



(3) Настройка и запуск сервоусилителя Глава 4
• Настройка параметров
• Проверка соединений сервоусилителя и серводвигателя
• Проверка работы



(4) Работа без двигателя с подключением к контроллеру Глава 4



(5) Регулировка установленного в машине сервоусилителя Глава 5

Ниже приведен список тем, изученных в данной главе.

- Возможности сервоусилителей MELSERVO-J4
- Модельный ряд сервоусилителей
- Модельный ряд серводвигателей
- Система определения абсолютного положения
- Процедура создания сервосистемы

Совет

Приведенные сведения очень важны, поэтому просмотрите их еще раз и убедитесь, что они усвоены.

Возможности сервоусилителей MELSERVO-J4	<ul style="list-style-type: none">• Применение системы управления сервоусилителя с оригинальной архитектурой производителя позволило достичь наибольших скорости и точности в отрасли.• Вращательный серводвигатель оснащен абсолютным энкодером с разрешением 4,194,304 импульса/оборот (22 бита), что позволяет достичь высокой точности позиционирования и плавности вращения.
Система определения абсолютного положения	<ul style="list-style-type: none">• Если применяется система определения абсолютного положения и при запуске оборудования выставляется исходное положение, система компенсирует смещение позиции. Поэтому после возобновления питания выполнять возврат в исходное положение не требуется.

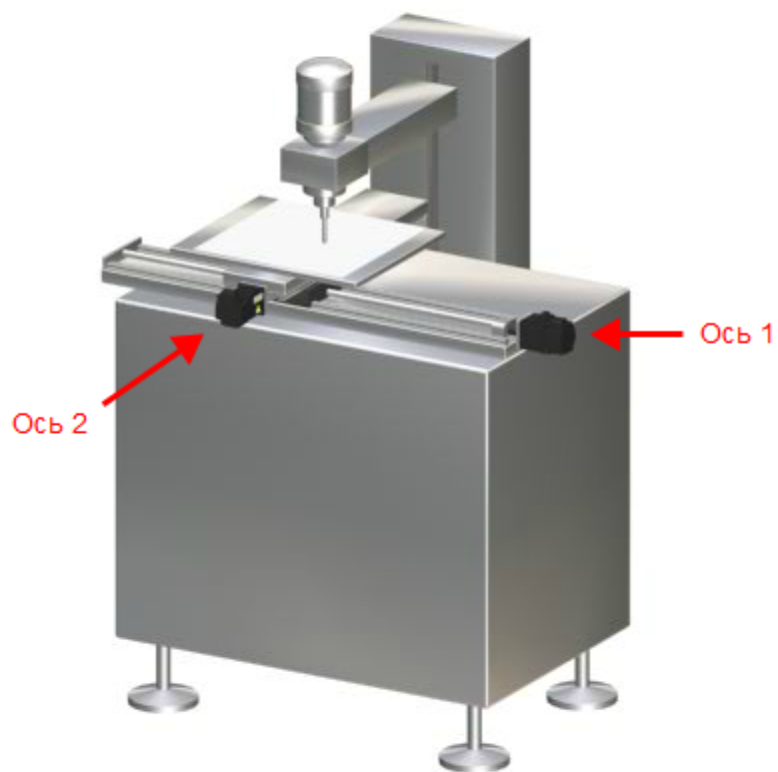
Глава 2 Пример системы и конфигурация оборудования

2.1 Пример системы

В качестве примера в данном курсе изучается двухкоординатный стол.

Со схемой работы и техническими характеристиками этой машины можно ознакомиться, открыв следующий файл PDF.

[Подробная информация о системе <PDF>](#)



Прежде всего необходимо выбрать оптимальную мощность сервоусилителя и серводвигателя, которые будут использоваться в системе. Для выбора мощности используется ПО выбора мощности сервопривода переменного тока (бесплатное).

ПО выбора мощности сервопривода переменного тока

Если известны технические характеристики машины и схема ее работы, можно выбрать оптимальные сервоусилитель, серводвигатель и блок рекуперации энергии.

• Также имеется меню выбора линейного серводвигателя и серводвигателя непосредственного привода. Поддерживаются десять типов конфигурации оборудования, такие как горизонтальная и вертикальная шариковинтовые передачи, реечная передача, роликовая подача.

Выбор с помощью ПО выбора мощности сервопривода переменного тока рассматривается на следующем экране.

ПО выбора мощности MRZJW3-MOTSZ111E версии C5

The screenshot shows the 'Ball screw, Hrz.' software interface. The 'Setting Data' section includes:

- Ball screw, Hrz. | Coupling [M•Ed. Red. Gear [n]
- Pos. ctrl. mode | Calculate Set Mtr
- Amplifier: MR-J4-AB
- Motor: HG-KR 3000 r/min
- No Reduction Gear Option
- No Brake Option
- Uniform Acc/Dec Incl in All Sect. of Pos Ctrl Mode Oper. Pattern

The 'Data Setting' table is as follows:

Parameter	Value	Unit
Mass of table	WT	2,000 kg
Mass of load	WL	0,500 kg
Thrustload	Fc	0,000 N
Guide tightening force	FG	0,000 N
Coupling inertia	JC	0,100 kg-cm ²
Inertia of the others	JO	0,000 kg-cm ²
Lead of ball screw	PB	2,000 mm
Diameter of ball screw	DB	20,000 mm
Length of ball screw	LB	300,000 mm
Drive efficiency	eta	0,900
Coefficient of friction	mu	0,135

The 'Sizing Result' section shows:

- Motor: HG-KR053 [50 W]
- Amplifier: MR-J4-10AB
- Regeneration: needless
- Side-by-side mounting is possible.

Parameter	Value	Unit	Ratio
Load Inertia	0,470	[kg-cm ²]	10.4Times
Peak Torque	0,323	[N-m]	201.9%
RMS Torque	0,084	[N-m]	52.2%
Regen. Pwr.	0,000	[W]	0.0%

A warning icon indicates: "The sizing software calculated the system with theoretical equations and can only be used as a guide to a suitable solution. Independently ensure the design has sufficient safety margin."

Buttons: Show Graph, Show Calculators

* ПО выбора мощности можно загрузить бесплатно. За подробной информацией обращайтесь к местному торговому представителю.

Ball scrw, Hz. | Running | INIDTO.SVM

File Units Tools Help

Setting Data

Ball scrw, Hz. | Coupling [y]+Ext. Red. Gear [n]

Pos. ctrl. mode | Calculate Set Mtr

DD Motor

Amplifier : MR-J4-A/B

Motor : HG-KR 3000 r/min

No Reduction Gear Option
No Brake Option

Uniform Acc/Dec Incl in All Sect. of Pos Ctrl Mode Oper. Pattern

Calculate capacity

Data Setting

Mass of table	WT	2.000	kg
Mass of load	WL	0.500	kg
Thrustload	Fc	0.000	N
Guide tightening force	FG	0.000	N
Coupling inertia	JC	0.100	kg-cm2
Inertia of the others	JO	0.000	kg-cm2
Lead of ball screw	PB	2.000	mm
Diameter of ball screw	DB	20.000	mm
Length of ball screw	LB	300.000	mm
Drive efficiency	eta	0.900	
Coefficient of friction	mu	0.135	

Mass of table WT: 2.000 kg

Sizing Result

Motor : HG-KR053 [50 W]

Amplifier : MR-J4-10A/B
Regeneration needless

Side-by-side mounting is possible.

Load Inertia :	0.470 [kg-cm2]	10.4Times
Peak Torque :	0.323 [N-m]	201.9%
RMS Torque :	0.084 [N-m]	52.2%
Regen. Pwr. :	0.000 [W]	0.0%

The sizing software calculated the system equations and can only be used as a guide. Independantly ensure the design has sufficient safety margin.

Show Graph

Показаны результаты выбора двигателя и усилителя по заданным значениям.

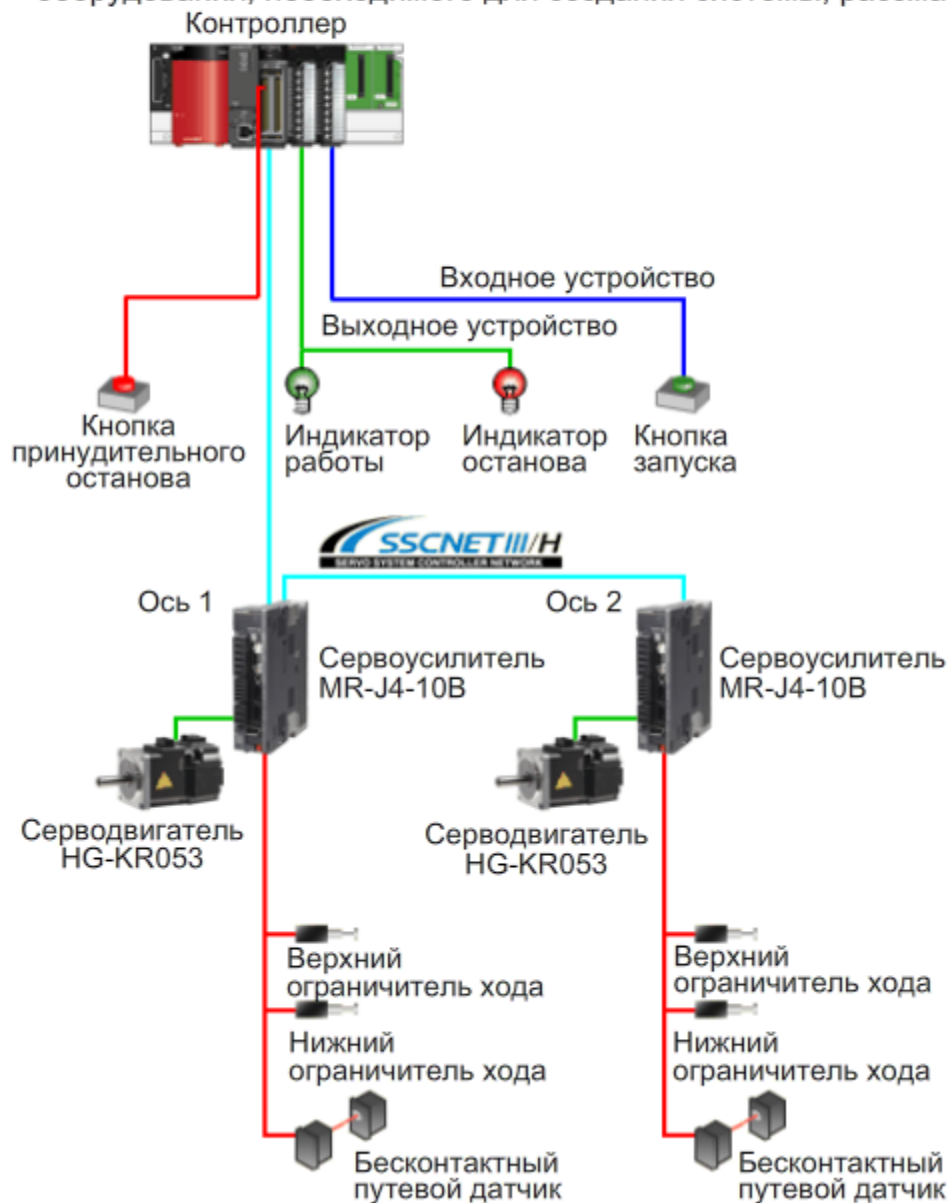
Отображается результат расчетов.

Щелкните по значку , чтобы перейти к следующему экрану.

2.3

Конфигурация оборудования

Спроектируйте систему в соответствии с изложенной ниже процедурой. Ниже показаны схема конфигурации и список оборудования, необходимого для создания системы, рассматриваемой в качестве примера.



Устройство	Название модели	Количество
Контроллер		
Процессорный модуль ПЛК	Q04UDEHCPU	1
Модуль питания	Q62P	1
Базовое шасси	Q35DB	1
Модуль ввода	QX40	1
Модуль вывода	QY41P	1
Контроллер сервосистемы (модуль управления движением)	QD77MS2	1
Сервоусилитель	MR-J4-10B	2
Серводвигатель	HG-KR053	2
Кабель электропитания серводвигателя	MR-PWS1CBL2M-A2-L	2
Кабель энкодера	MR-J3ENCBL2M-A2-L	2
Кабель SSCNET III	MR-J3BUS1M	2
Соединитель сигналов	MR-CCN1	2
Батарея	MR-BAT6V1SET	2
Коммуникационный кабель персонального компьютера (кабель USB)	MR-J3USBCBL3M	1
ПО настройки	MR Configurator2	1

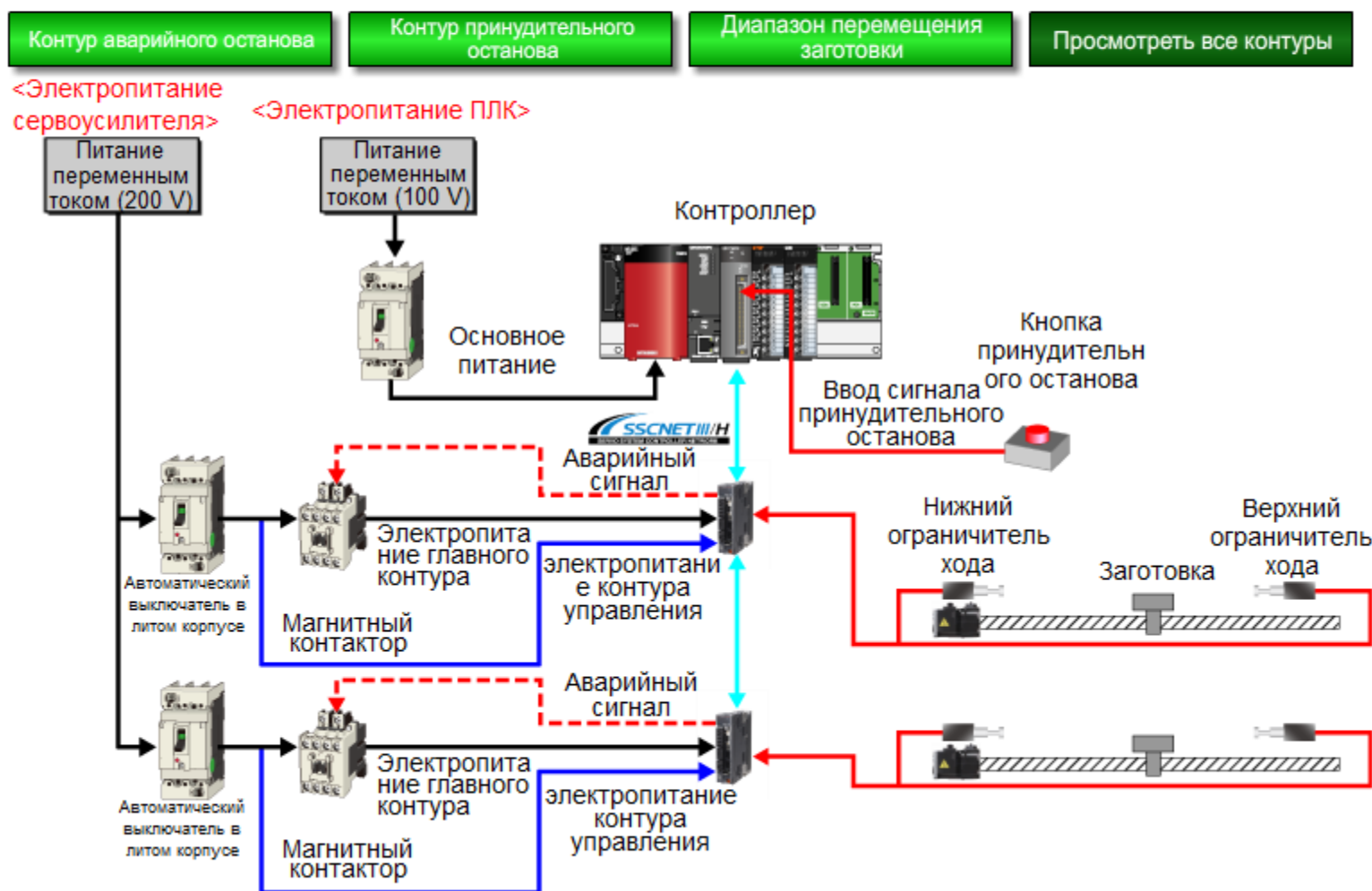
* Отдельно нужны автоматический выключатель в литом корпусе и магнитный контактор.

2.4

Проектирование функций безопасности системы

Здесь рассмотрены функции безопасности, предназначенные для безотказного останова системы в аварийной ситуации с целью предотвращения повреждения и неисправности оборудования, а также несчастных случаев при возникновении проблем в системе.

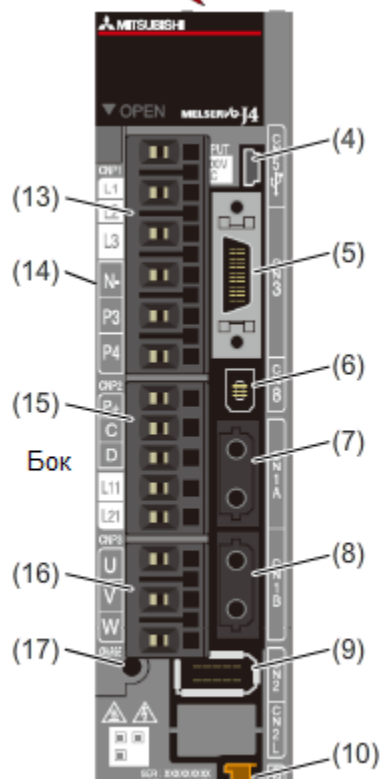
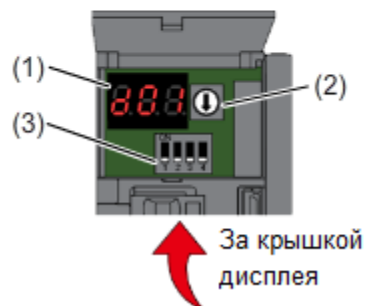
Нажмите на кнопку функции, которую нужно изучить подробнее. (Для просмотра устройств безопасности всех контуров нажмите на кнопку "Просмотреть все контуры").



2.5 Сервоусилитель

2.5.1 Названия и функции деталей сервоусилителя

Названия и функции изучаются на примере сервоусилителя "MR-J4-10B".

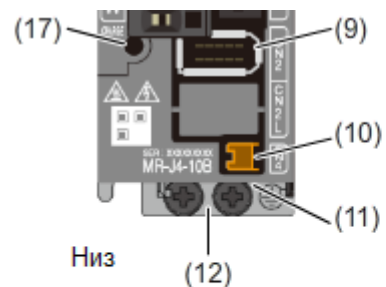


№	Название/назначение
(1)	Дисплей На 3-значном семисегментном светодиодном дисплее отображается информация о состоянии сервоусилителя и номер
(2)	Поворотный переключатель номера оси (SW1) Используется для установки номера оси сервоусилителя.
(3)	Переключатели настройки управляемой оси (SW2) Имеются следующие переключатели: тестирования, деактивации управляемой оси и установки номера вспомогательной оси.
(4)	Коммуникационный разъем USB (CN5) Служит для подключения к персональному компьютеру.
(5)	Разъем сигналов ввода/вывода (CN3) Используется для ввода/вывода дискретных сигналов.
(6)	Разъем входного сигнала STO (CN8) Используется для подключения модуля безопасности MR-J3-D05 и внешнего реле безопасности.
(7)	Разъем для кабеля SSCNET III (CN1A) Используется для подключения контроллера сервосистемы или сервоусилителя

№	Название/назначение
(9)	Разъем энкодера (CN2) Подсоединяется к энкодеру серводвигателя.
(10)	Разъем для подключения батареи (CN4) Используется для подключения батареи, обеспечивающей хранение данных абсолютного положения.
(11)	Держатель батареи В держатель устанавливается батарея, обеспечивающая хранение данных абсолютного положения.
(12)	Клемма защитного заземления (PE) Клемма заземления
(13)	Разъем электропитания главного контура (CNP1) Служит для подключения входного электропитания.
(14)	Обозначения разъемов
(15)	Разъем электропитания контура управления (CNP2) Служит для подключения электропитания контура управления и блока рекуперации.
(16)	Разъем электропитания серводвигателя (CNP3) Служит для подключения серводвигателя.

2.5

Сервоусилитель



	Безопасность.
(7)	Разъем для кабеля SSCNET III (CN1A) Используется для подключения контроллера сервосистемы или сервоусилителя предыдущей оси.
(8)	Разъем для кабеля SSCNET III (CN1B) Используется для подключения сервоусилителя следующей оси. На сервоусилителе последней оси закрывается крышкой.

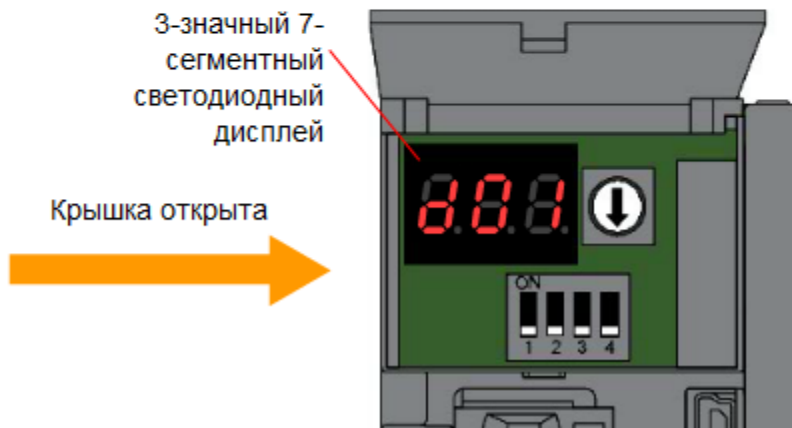
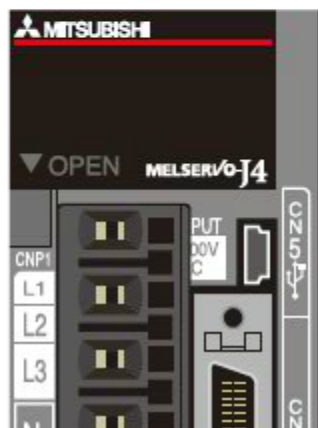
(16)	Разъем электропитания серводвигателя (CNP3) Служит для подключения серводвигателя.
(17)	Индикатор заряда Светится при подаче электропитания на главный контур. Если светится этот индикатор, не отсоединяйте и не подсоединяйте кабели.

2.5.2

Дисплей сервоусилителя

Ниже показан дисплей сервоусилителя (модели MR-J4-B).

Семисегментный дисплей используется для отображения состояния сервоусилителя и уведомлений об аварийном событии.



(1) Нормальная индикация

При отсутствии аварийных событий мигает номер оси.



Состояние (1 знак) № оси (2 знака)

(2) отображение аварийного

При возникновении аварийного события попеременно отображаются состояние и номер аварийного события (два знака) с детализацией (один знак). Например, следующая индикация появляется при возникновении аварийного события [AL. 32 Overcurrent].



Состояние (1 знак) № оси (2 знака)



№ аварийного события Детализация аварийного события

2.5.2

Дисплей сервоусилителя



Состояние
(1 знак) № оси
(2 знака)



- "b": означает состояние отсутствия готовности при выключенном сервоприводе.
- "C": означает состояние готовности при выключенном сервоприводе.
- "d": означает состояние готовности при включенном сервоприводе.



Состояние
(1 знак) № оси
(2 знака)



"n": означает возникновение аварийного события.



№ аварийного события
(2 знака) Детализация
аварийного события
(1 знак)



2.6

Названия деталей серводвигателя

Названия показаны на примере серводвигателя "HG-KR053".



Ниже приведен список тем, изученных в данной главе.

- Выбор мощности сервосистемы
- Конфигурация оборудования сервосистемы
- Проектирование функций безопасности системы
- Названия и функции деталей сервоусилителя
- Названия деталей серводвигателя

Совет

Приведенные сведения очень важны, поэтому просмотрите их еще раз и убедитесь, что они усвоены.

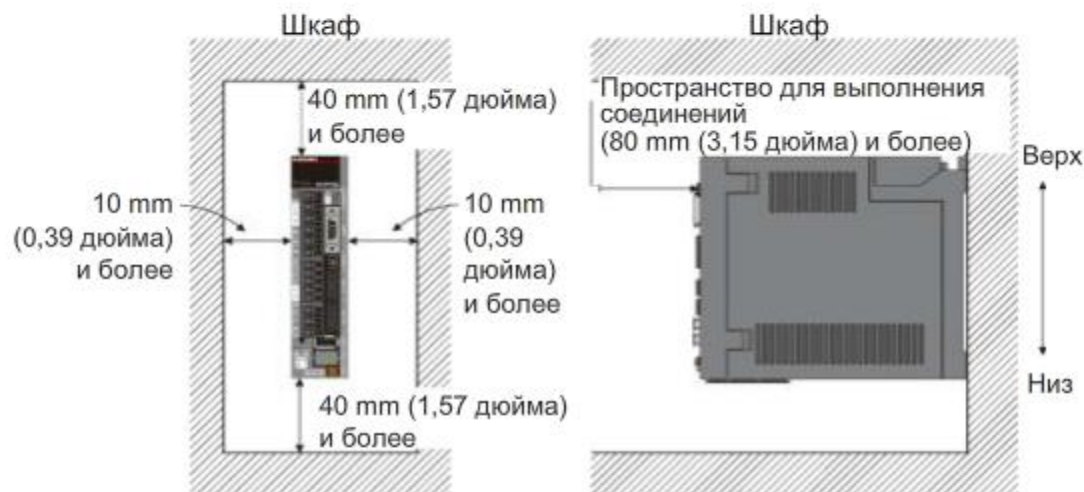
Выбор мощности сервосистемы	•Выбирайте комбинацию сервоусилителя и серводвигателя, которые относятся к подходящему диапазону мощности.
Конфигурация оборудования сервосистемы	•Выбирайте контроллер, сервоусилитель, серводвигатель, кабели и т.п. в зависимости от технических характеристик создаваемой системы, которая включает в себя сервосистему.
Проектирование функций безопасности системы	•Предусматривайте функции безопасности, предназначенные для безотказного останова системы в аварийной ситуации с целью предотвращения повреждения и неисправности оборудования, а также несчастных случаев
Названия и функции деталей сервоусилителя	•В сервоусилителе имеется дисплей, органы настройки оси, интерфейс, держатель батареи и индикатор заряда
Названия деталей серводвигателя	•В серводвигателе имеется разъем электропитания, вал, разъем энкодера и энкодер.

Глава 3 Установка и выполнение соединений

3.1 Установка сервоусилителей

Проверьте ориентацию сервоусилителя MR-J4-10B и свободное пространство вокруг него.

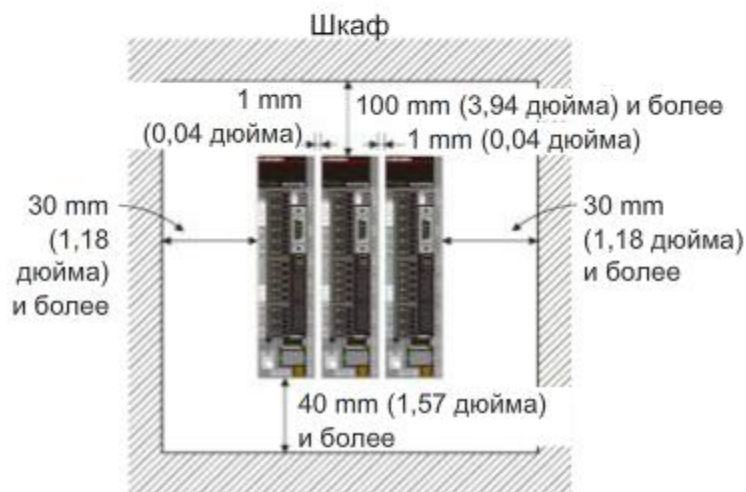
• Установка одного сервоусилителя



Обратите внимание

- Монтируйте сервоусилители на вертикальной стене, убедившись в правильной ориентации, при которой верхняя сторона обращена вверх, а нижняя — вниз.
- Эксплуатируйте их в помещении с комнатной температурой от 0°C до 55°C (от 32°F до 131°F).
- Для предотвращения перегрева систем используйте вентиляторы.
- Не допускайте попадания в сервоусилители посторонних предметов и веществ при сборке или через вентилятор.
- При установке сервоусилителей в местах, насыщенных токсичными газами или пылью, применяйте системы очистки потоком воздуха (нагнетание очищенного воздуха снаружи в шкаф, чтобы давление внутри превышало давление снаружи).

• Установка двух и более сервоусилителей

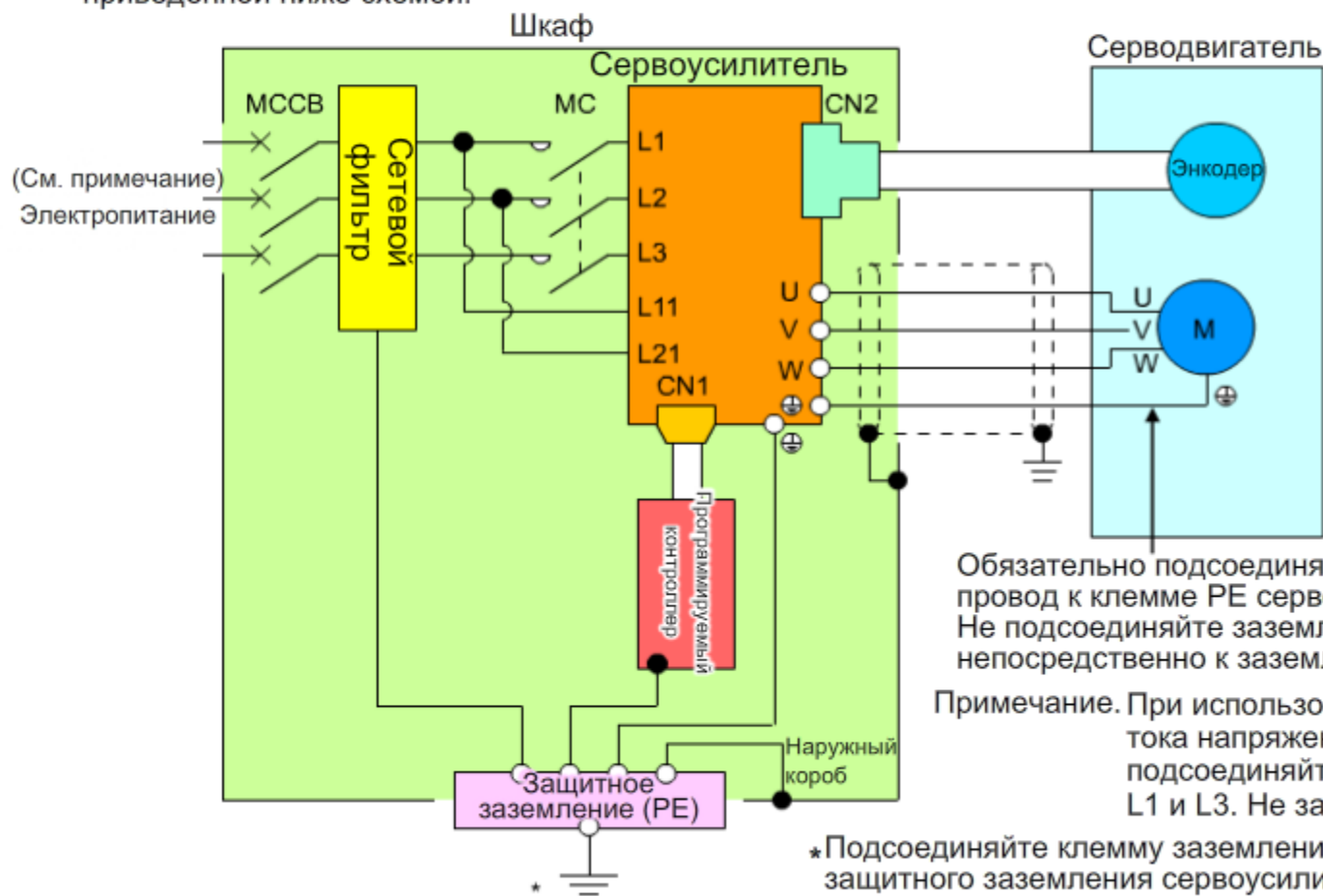


Обратите внимание

- Учитывая погрешности монтажа, при монтаже сервоусилителей вплотную оставляйте между соседними сервоусилителями зазор 1 мм. При таком варианте монтажа поддерживайте окружающую температуру в диапазоне от 0°C до 45°C (от 32°F до 113°F) либо эксплуатируйте сервоусилители с нагрузкой, не превышающей 75 % от расчетной.

Прежде чем подключать электропитание, выполняйте заземление сервоусилителя и серводвигателя. Для предотвращения поражения электрическим током и возникновения помех надежно заземляйте сервоусилители и серводвигатели.

- Во избежание поражения электрическим током, обязательно соединяйте клемму защитного заземления усилителя с защитным заземлением шкафа.
- В зависимости от способа прокладки кабелей и выполнения заземления сервоусилители могут быть подвержены помехам, возникающим при переключении транзисторов. Поэтому выполняйте заземление в соответствии с приведенной ниже схемой.



Обязательно подсоединяйте заземляющий провод к клемме PE сервоусилителя. Не подсоединяйте заземляющий провод непосредственно к заземлению шкафа.

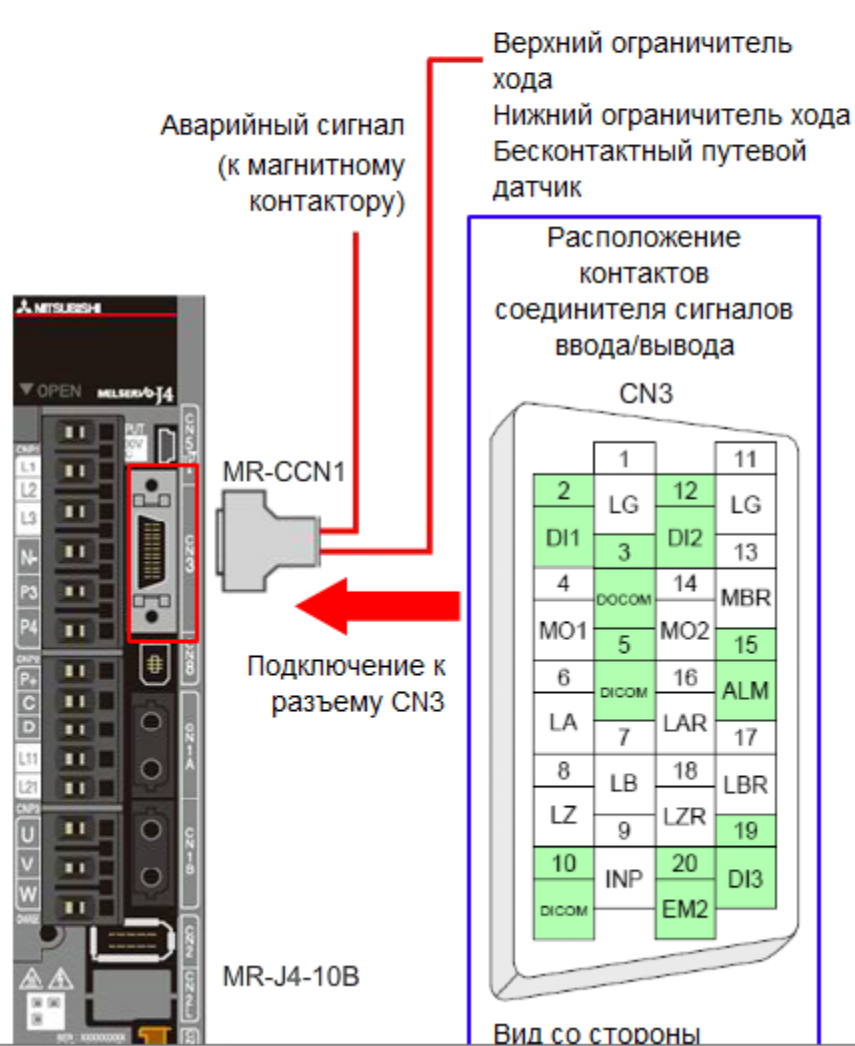
Примечание. При использовании 1-фазного переменного тока напряжением от 200 В до 240 В подсоединяйте электропитание к контактам L1 и L3. Не задействуйте контакт L2.

*Подсоединяйте клемму заземления серводвигателя к клемме защитного заземления сервоусилителя. Выполняйте заземление, подсоединяя клемму защитного заземления (PE) сервоусилителя к защитному заземлению (PE) шкафа.

3.3 Подсоединение к сервоусилителю внешних устройств для передачи сигналов ввода/вывода

Подсоедините внешние входные/выходные устройства к соединителю сигналов ввода/вывода (модель MR-CCN1). Подключите соединитель сигналов ввода/вывода с к разъему CN3 сервоусилителя.

Схема подсоединения сигналов к соединителю сигналов ввода/вывода приведена ниже. Далее упоминаются только те внешние входные/выходные устройства, которые рассматриваются в данном курсе. Подробная информация о других устройствах приведена в соответствующих руководствах.



Входные/выходные устройства

№ контакта	Обозначение	Функция/применение
20	EM2	Подсоединение выключателя принудительного останова.
2	DI1	Подсоединение верхнего ограничителя хода оборудования.
12	DI2	Подсоединение нижнего ограничителя хода оборудования.
19	DI3	Подсоединение бесконтактного путевого датчика.
15	ALM	Служит для вывода аварийных сигналов. Соединяется со внешним устройством, включающим или выключающим магнитные контакторы при поступлении аварийных сигналов.
5	DICOM	Служит для подачи постоянного тока напряжением 24 В (24 V DC±10% 0.3A) для интерфейса ввода/вывода. Мощность источника электропитания выбирается в зависимости от количества используемых каналов интерфейса ввода/вывода. Подсоедините (+) внешнего источника
10		

3.3 Подсоединение к сервоусилителю внешних устройств для передачи сигналов ввода/вывода



MR-J4-10B

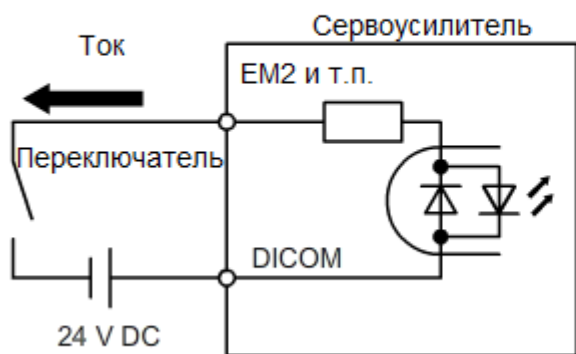


5	D1COM	Служит для подачи постоянного тока напряжением 24 В (24 V DC±10% 0.3A) для интерфейса ввода/вывода. Мощность источника электропитания выбирается в зависимости от количества используемых каналов интерфейса ввода/вывода. Подсоедините (+) внешнего источника питания постоянного тока напряжением 24 В.
10		
3	D1COM	Общий контакт для сигнала EM1 и других входных сигналов

Поддержка соединений с отрицательной/положительной логикой

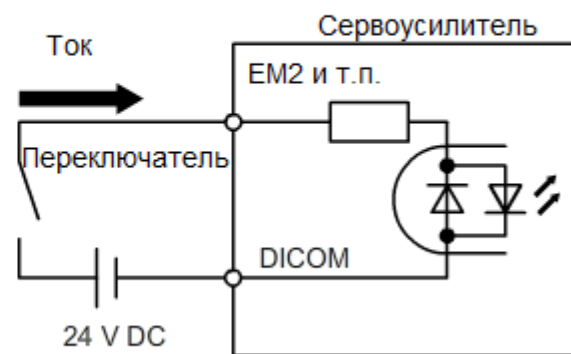
Поддерживается подсоединение дискретных входов и выходов как с положительной, так и с отрицательной логикой

■ Пример дискретного входа



Вход с отрицательной логикой

Поддержка положительной/отрицательной логикой.



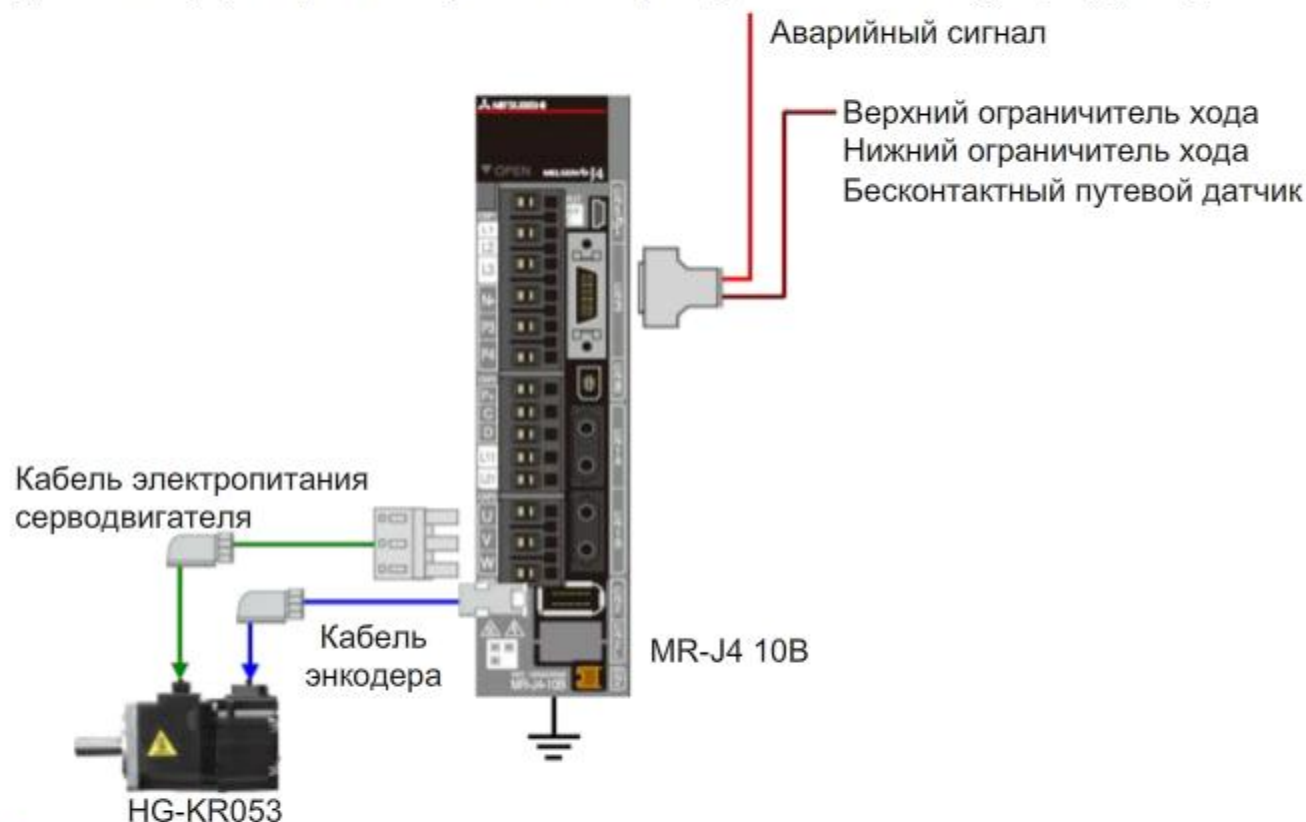
Вход с положительной логикой

3.4

Подсоединение сервоусилителя к серводвигателю

Подсоединение кабеля электропитания серводвигателя и кабеля энкодера изучается на примере сервоусилителя "MR-J4-10B" и серводвигателя "HG-KR053".

Подробная информация о выборе кабелей приведена в соответствующих руководствах.



Обратите внимание

- Правильно подсоединяйте фазы электропитания серводвигателя к сервоусилителю (контакты U/V/W). Неправильное подсоединение фаз приведет к неисправности серводвигателя .
- Подсоединяйте сервоусилитель к серводвигателю специально предназначенным для этого кабелем. Кроме того, не подключайте между усилителем и двигателем силовые конденсаторы, устройства защиты от перенапряжений, фильтры, магнитные контакторы и т.п.
- Подсоединяйте заземляющий провод серводвигателя к клемме защитного заземления (PE) сервоусилителя. Подробная информация о заземлении приведена в разделе 3.2.

3.5

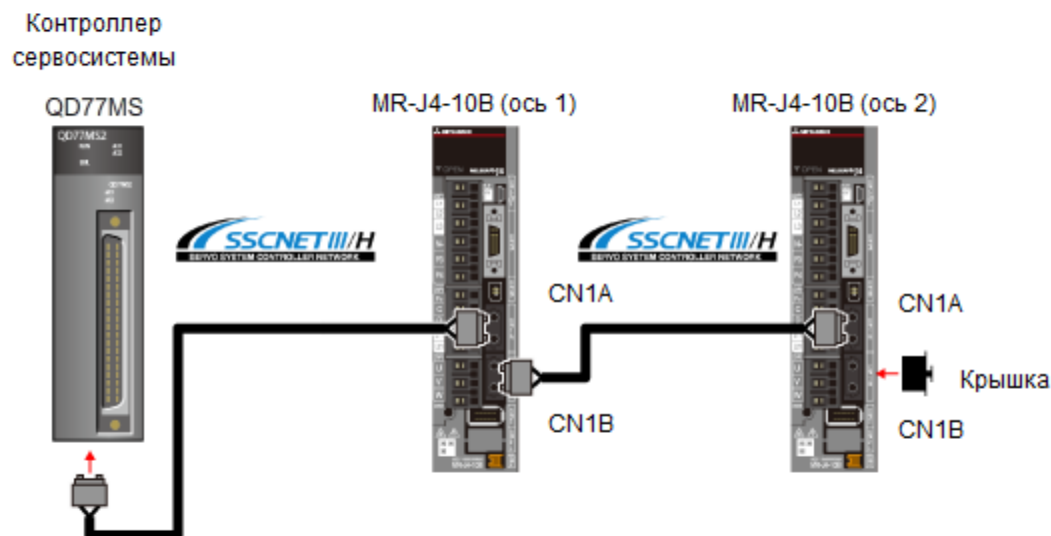
Подсоединение электропитания к сервоусилителю

Подсоединяйте электропитание к сервоусилителю в двух местах: для главного контура и для контура управления. На входе электропитания обязательно подключайте автоматический выключатель в литом корпусе. Кроме того, подключайте электропитание главного контура к клеммам L1, L2 и L3 сервоусилителя через магнитный контактор, подключенный так, чтобы выключаться для отключения электропитания главного контура, когда прекращается подача напряжения аварийного сигнала или входного сигнала принудительного останова.

В следующем примере показано подсоединению к сервоусилителю MR-J4-10B.



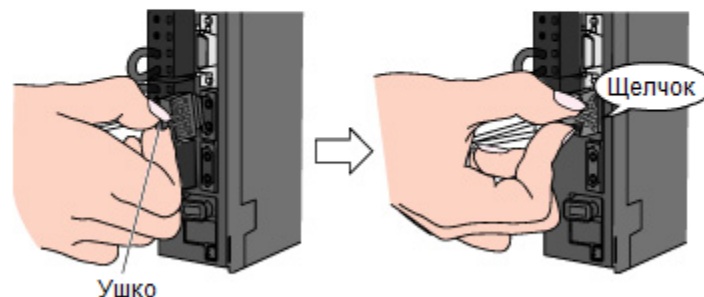
Здесь изучается соединение сервоусилителей друг с другом. Сервоусилитель MR-J4-B оснащен интерфейсом SSCNET III/H. Интерфейс SSCNET III/H, использующий оптическую систему связи, обеспечивает высокоскоростную полнодуплексную связь с превосходной помехоустойчивостью. Для такого соединения используются специальные кабели. Кабели поставляются с разъемами, что упрощает их подключение и отключение.



При работе с кабелями SSCNET III тщательно соблюдайте изложенные ниже меры предосторожности.

- Не допускайте натяжения, сдавливания, резкого изгиба, скручивания кабеля и не тяните за него. Это может привести к деформации или разрыву оптоволоконна внутри кабеля и сделать невозможной оптическую передачу данных.
- Поскольку оптоволоконно изготовлено из синтетической смолы, не используйте оптоволоконный кабель возле огня или при высокой температуре, так как нагрев может привести к его деформации и сделать невозможной оптическую передачу данных.
- Не допускайте загрязнения и скопления посторонних веществ на концах оптоволоконного кабеля, так как это блокирует светопередачу и ведет к неисправности устройства

Подключение



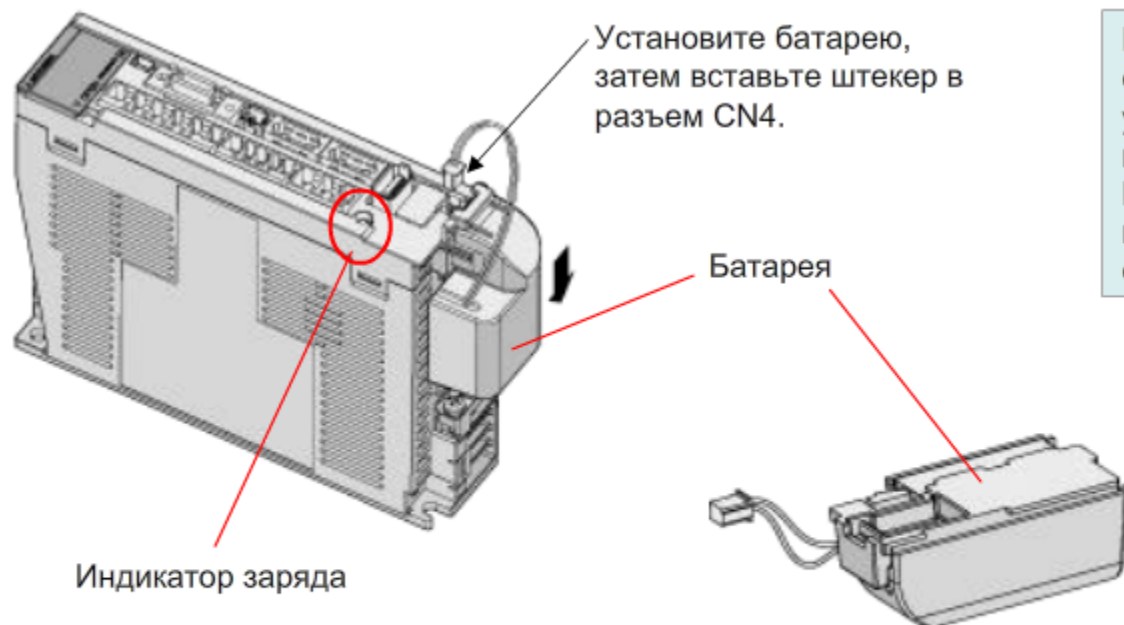
- Не допускайте загрязнения и скопления посторонних веществ на концах оптоволоконного кабеля, так как это блокирует светопередачу и ведет к неисправности устройства.
- Не смотрите прямо в излучающий свет разъем или на излучающий свет конец кабеля.
- Для обеспечения безопасности и защиты закрывайте прилагаемой заглушкой крышкой неиспользуемый разъем (CN1B) сервоусилителя последней оси, чтобы закрыть излучаемый им свет.

3.7 Подключение батареи для системы определения абсолютного положения

При использовании системы определения абсолютного положения для хранения данных абсолютного положения необходима батарея.

Во избежание поражения электрическим током или потери данных абсолютного положения, при установке батареи в сервоусилитель (или ее замене) обращайтесь внимание на следующее.

- Во избежание поражения электрическим током, перед подключением батареи выключите электропитание главного контура сервоусилителя и подождите не менее 15 минут. Затем убедитесь, что индикатор заряда погашен, и измерьте тестером или другим прибором напряжение между контактами P (+) и N (-).
 - Выполняйте замену батареи только при включенном электропитании контура управления. Если замена батареи выполняется при выключенном электропитании контура управления, данные абсолютного положения теряются.
 - При отсоединении кабеля энкодера данные абсолютного положения удаляются. Отсоединив кабель энкодера, обязательно выполните возврат в исходное положение.
- В этом примере выполняется подключение к сервоусилителю MR-J4-10B.



Если держатель батареи расположен снизу сервоусилителя, при установленной батарее невозможно подсоединить провод заземления. Вставляйте батарею после подсоединения заземления к сервоусилителю.

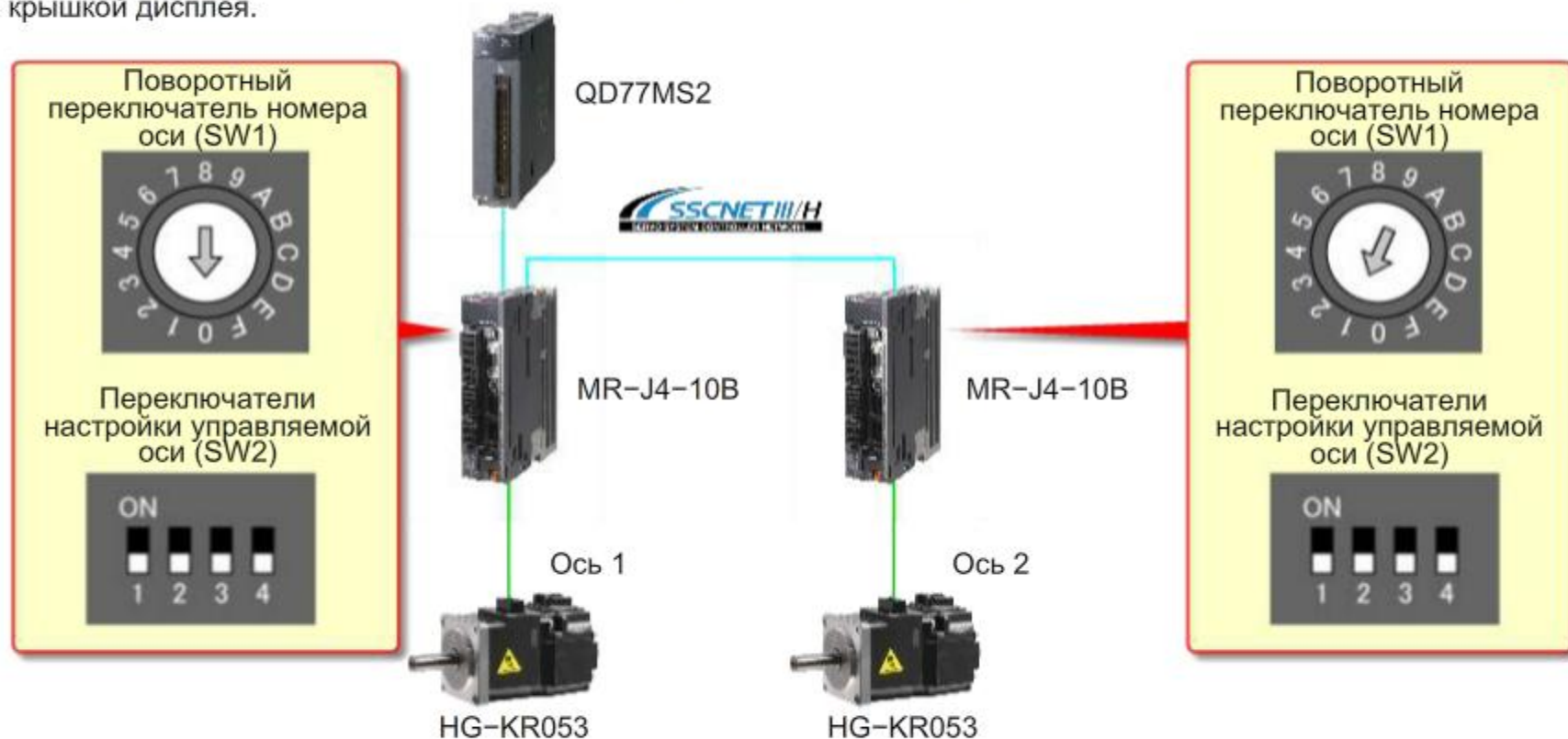
3.8

Установка номеров осей

Установите для сервоусилителя номер управляемой оси. Номер управляемой оси назначается отдельно каждому усилителю для идентификации используемых управляемых осей. Независимо от порядка соединения, можно использовать любой номер оси вплоть до 16.

Следите за тем, чтобы не назначить один и тот же номер управляемой оси нескольким сервоусилителям одной сервосистемы, поскольку это может сделать работу системы невозможной.

Номер управляемой оси устанавливается на сервоусилителе комбинацией настроек поворотного переключателя номера оси (SW1) и переключателей настройки управляемой оси (SW2), которые расположены на сервоусилителе за крышкой дисплея.



* После изменения любых настроек поворотного переключателя номера оси (SW1) и переключателей настройки управляемой оси (SW2) обязательно выключайте и заново включайте электропитание главного контура и контура управления сервоусилителя.

3.9

Включение питания сервоусилителя

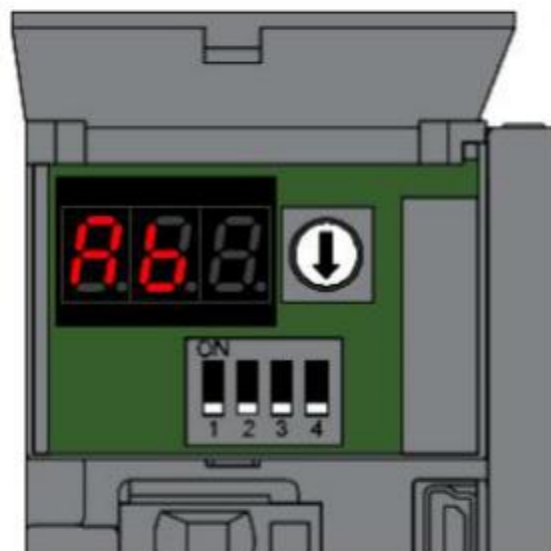
Включите электропитание главного контура и контура управления сервоусилителя. При запуске сервоусилителя на его дисплее отображается "Ab" (ожидание включения питания контроллера сервосистемы).

Выполняйте настройку и запуск сервоусилителя в этом состоянии, когда не включено питание контроллера сервосистемы.

Переведите питание сервоусилителя в состояние ON.



На дисплее отобразится "Ab"



Ниже приведен список тем, изученных в данной главе.

- Установка сервоусилителя
- Заземление сервоусилителя
- Подсоединение к сервоусилителю внешних устройств для передачи сигналов ввода/вывода
- Подсоединение сервоусилителя к серводвигателю
- Подсоединение электропитания к сервоусилителю
- Соединение SSCNET III/H
- Подключение батареи для системы определения абсолютного положения
- Установка номеров осей
- Включение питания сервоусилителя

Совет

Приведенные сведения очень важны, поэтому просмотрите их еще раз и убедитесь, что они усвоены.

Установка сервоусилителя	<ul style="list-style-type: none"> • Прикрепляйте сервоусилитель к вертикальной стене, убедившись в его правильной ориентации, при которой верхняя сторона обращена вверх, а нижняя — вниз. • Эксплуатируйте сервоусилители в помещении с комнатной температурой от 0°C до 55°C (от 32°F до 131°F). (От 0°C до 45°C (от 32°F до 113°F), если сервоусилители смонтированы вплотную.) • Для предотвращения перегрева систем используйте вентиляторы. • Не допускайте попадания в сервоусилители посторонних предметов и веществ при сборке или через вентилятор. • При установке сервоусилителей в местах, насыщенных токсичными газами или пылью, применяйте системы очистки потоком воздуха. <p>При установке вплотную двух или более усилителей оставляйте между ними зазор 1 мм, обеспечивая припуск для установки.</p>
Заземление сервоусилителя	<ul style="list-style-type: none"> • Для предотвращения поражения электрическим током и возникновения помех надежно заземляйте сервоусилители и серводвигатели. • Во избежание поражения электрическим током обязательно соединяйте клемму защитного заземления усилителя с защитным заземлением шкафа.

Заземление сервоусилителя	<ul style="list-style-type: none">• Для предотвращения поражения электрическим током и возникновения помех надежно заземляйте сервоусилители и серводвигатели.• Во избежание поражения электрическим током обязательно соединяйте клемму защитного заземления усилителя с защитным заземлением шкафа.
Подсоединение электропитания к сервоусилителю	<p>Электропитание подсоединяется к разъемам электропитания главного контура и контура управления сервоусилителя.</p> <p>На входе электропитания обязательно подключайте автоматический выключатель в литом корпусе.</p>
Соединение SSCNET III/H	<ul style="list-style-type: none">• Это соединение, использующее оптическую систему связи, обеспечивает высокоскоростную полнодуплексную связь с превосходной помехоустойчивостью.• Для такого соединения используются специальные кабели.
Подключение батареи для системы определения абсолютного положения	<ul style="list-style-type: none">• Батарея необходима для хранения данных абсолютного положения. Во избежание поражения электрическим током или потери данных абсолютного положения, при установке батареи в сервоусилитель (или ее замене) соблюдайте меры предосторожности, изложенные в разделе 3.7.
Установка номеров осей	<ul style="list-style-type: none">• Сервоусилителю можно назначить один из 16 номеров оси с помощью комбинации настроек поворотного переключателя номера оси и переключателей настройки управляемой оси, которые расположены на сервоусилителе за крышкой дисплея.• Следите за тем, чтобы не назначить один и тот же номер управляемой оси нескольким сервоусилителям одной сервосистемы, поскольку это может сделать работу системы невозможной.

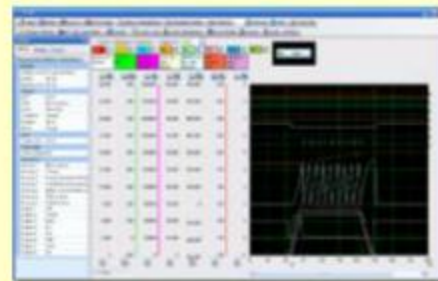
Глава 4 Настройка и запуск сервоусилителя

В этой главе изучаются настройка и запуск сервоусилителя с использованием программного обеспечения "MR Configurator2".

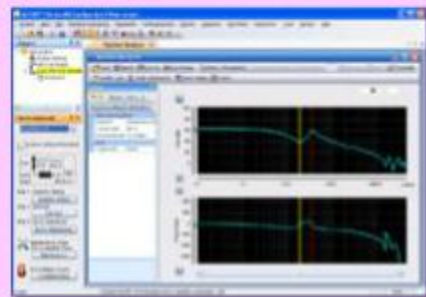
4.1 ПО настройки "MR Configurator2"

Здесь описаны функции и применение ПО настройки "MR Configurator2" (SW1DNC-MRC2-E). Запустив на персональном компьютере приложение MR Configurator2, можно выполнять регулировки и диагностику, мониторинг, считывание/запись параметров и проверку работы.

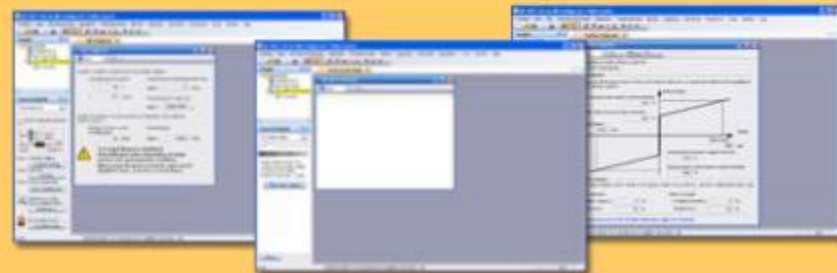
Запуск Для запуска сервосистемы требуется настройка различных параметров, которые записываются в сервоусилитель. Работу системы можно отслеживать по графикам и т.п.



Регулировка Все коэффициенты усиления регулируются автоматически, и для того чтобы сервосистема в полной мере продемонстрировала свои возможности, достаточно просто нажать на кнопку.



Техническое обслуживание Возможны диагностика состояния сервосистемы и исследование причин ее неисправности, в наглядном виде отображается срок службы компонентов системы.



4.2

Создание новых проектов

В этом разделе рассматривается создание нового проекта.

Запустите приложение MR Configurator2 и выберите [Project] -> [New].

Откроется диалоговое окно [Create New]. Выполните настройки связи с сервоусилителем.

В данном курсе рассматривается выполнение настроек связи с сервоусилителем MR-J4-B с использованием соединения USB.

New Project

Model: MR-J4-B

Operation mode: Standard

Multi-ax. unification

Station: 00

Option unit: No Connection

Connection setting

Servo amplifier connection USB

Servo amplifier connection RS-422 (RS-232C)

Com. speed: AUTO

Port number: AUTO

Search com. speed/port No. automatically

The last-used project will be opened whenever the application is restarted.

OK Cancel

Настройки системы

Настройка	Назначение	Значение в данном курсе
Модель	Используется для выбора модели подключаемого сервоусилителя.	MR-J4-B
Режим работы	Используется для выбора режима работы.	Стандартный
Подключаемое устройство	Используется для выбора подключаемого устройства, с которым устанавливается связь.	Подключение сервоусилителя с помощью USB

4.3 Подключение сервоусилителя к персональному компьютеру

Подключите сервоусилитель к персональному компьютеру с помощью кабеля USB. Используйте кабель USB "MR-J3USBCBL3M" (длина — 3 м).

Подключение сервоусилителя

Сервоусилитель



Кабель USB
MR-J3USBCBL3M
(дополнительный)



Персональный
компьютер



Обратите внимание при подключении с помощью кабеля USB

При первом подключении сервоусилителя к персональному компьютеру с Windows XP запускается Мастер установки нового оборудования.

Персональный компьютер с Windows 2000, Windows Vista или Windows 7 определяет сервоусилитель автоматически.

На персональных компьютерах с Windows 2000 и Windows XP для каждого порта USB должен быть установлен драйвер. При первом подключении сервоусилителя к другому порту USB отображается экран установки драйвера.

Подробная информация об установке драйвера USB приведена в соответствующих руководствах.

4.4 Экран приложения MR Configurator2 и функция Servo Assistant

Здесь описаны названия элементов экрана и функции приложения MR Configurator2.

В приложении MR Configurator2 имеется функция "Servo assistant", с помощью которой можно выполнить настройку сервоусилителя, просто следуя отображаемым на экране инструкциям. На последующих экранах будет рассмотрена настройка сервоусилителя с помощью этой функции.

Строка меню

Используется для выбора действий, которые нужно выполнить в приложении MR Configurator2.

Дерево проектов

В виде дерева отображаются настройки системы, параметры, настройки устройства и список данных настройки таблицы канала.

Servo assistant

В приложении MR Configurator2 имеется функция "Servo assistant", с помощью которой можно выполнить настройку сервоусилителя, просто следуя отображаемым на экране инструкциям.



Панель инструментов

На этой панели находятся значки часто используемых функций. Для выполнения функции щелкните по ее значку.

Строка состояния

В этой строке отображается состояние окна, информация о подключенном устройстве и состоянии клавиш. Отображаются следующие состояния клавиш:

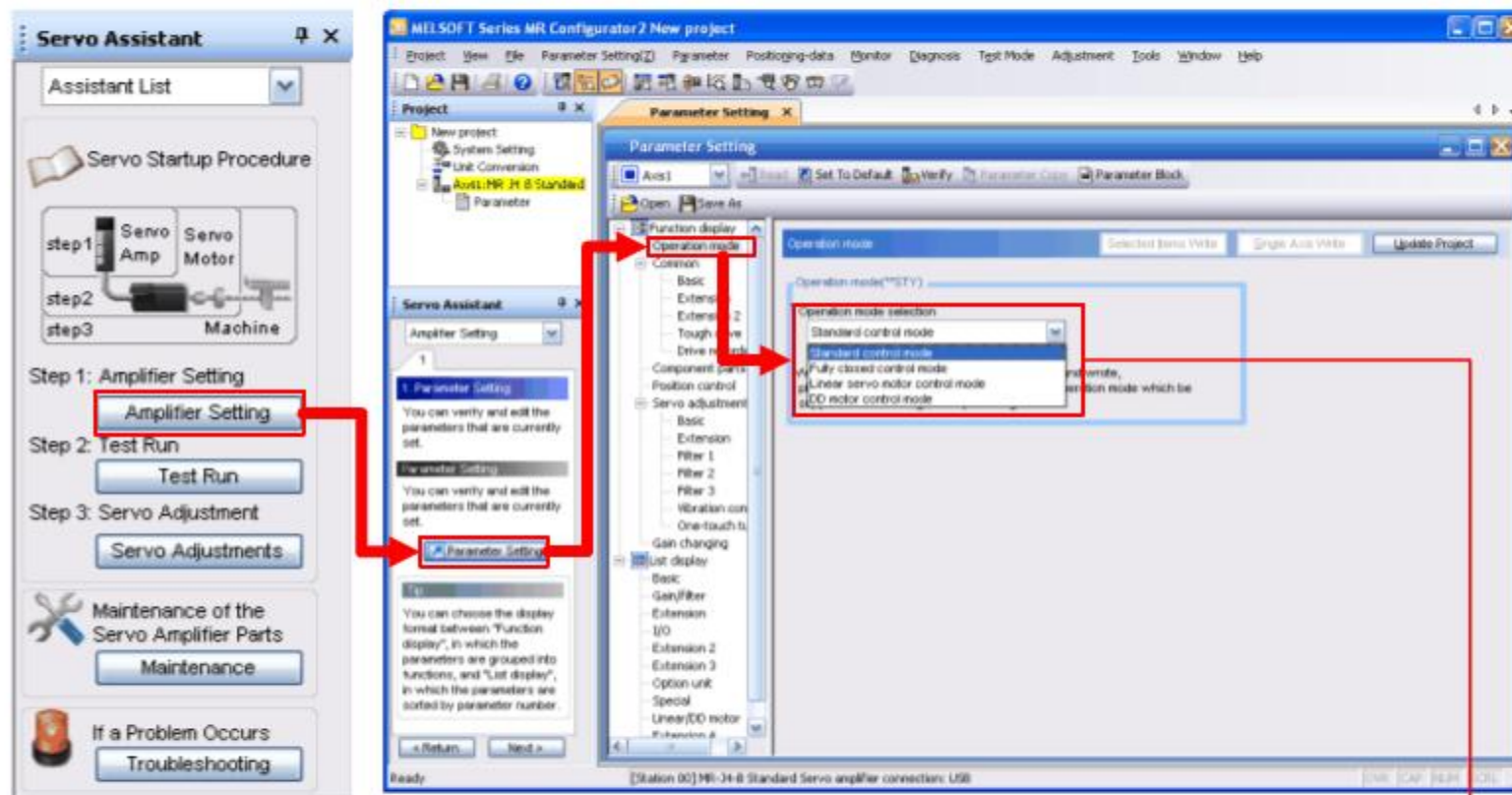
- (1) OVR: указывает на то, что нажата клавиша Insert.
- (2) CAPS: указывает на то, что нажата клавиша Caps Lock.
- (3) NUM: указывает на то, что нажата клавиша Num Lock.
- (4) SCRL: указывает на то, что нажата клавиша Scroll Lock.

4.4.1

Этап 1. Настройка усилителя — настройка параметров (Operation mode)

Выберите режим работы.

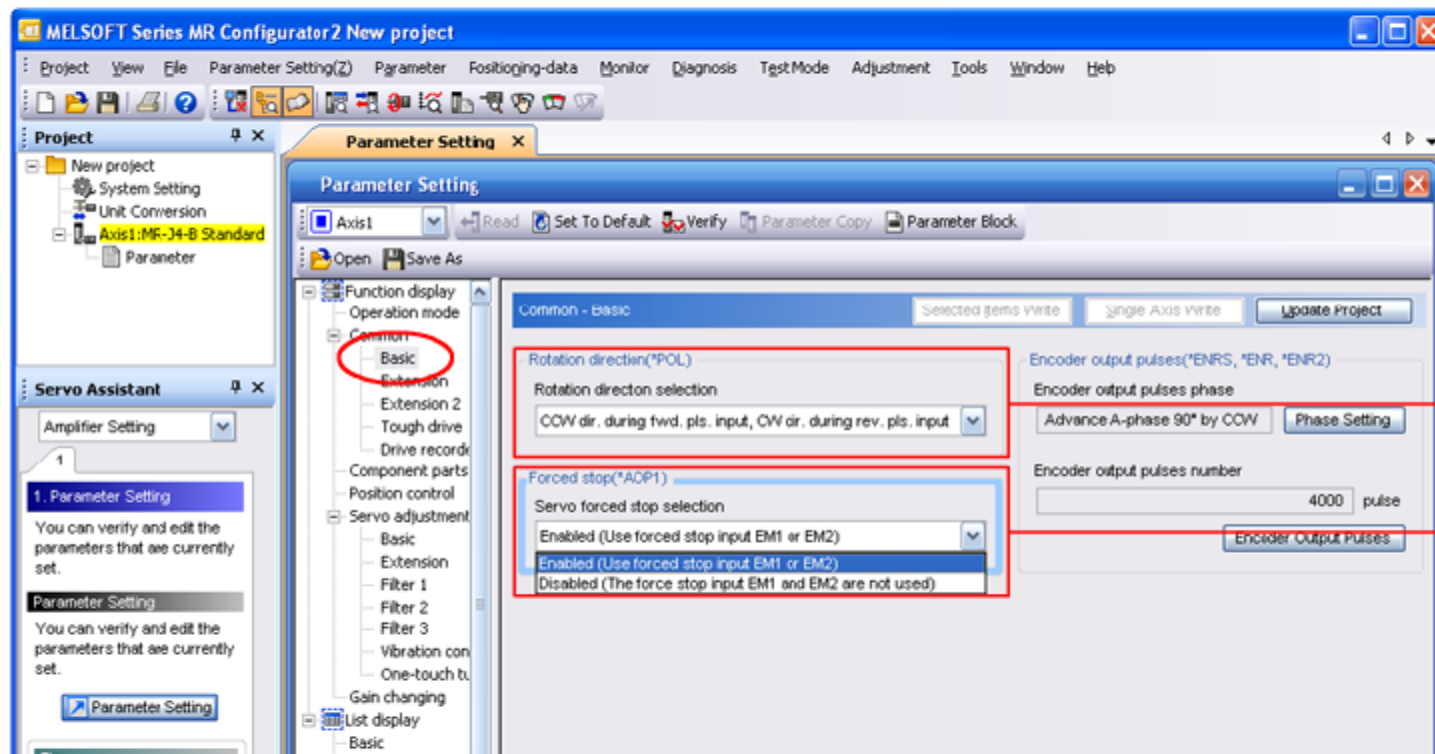
На панели помощника по настройке нажмите на кнопку [Amplifier Setting], выберите [Parameter Setting], затем в категории [Function display] выберите [Operation mode] и задайте режим работы.



Параметр	Назначение	Начальное значение	Значение для примера системы
Operation mode selection	Выбор режима работы.	Standard control mode	Standard control mode

Выполните основные настройки.

Продолжая описанную на предыдущем экране настройку, выберите [Function display] - [Common] - [Basic] и задайте направление вращения и использование принудительного останова.



Параметр	Описание функции	Начальное значение	Значение для примера системы
Rotation direction	С помощью этого параметра задается направление вращения серводвигателя при поступлении команды прямого вращения. Вращение может происходить в направлении против часовой стрелки или по часовой стрелке, если смотреть со стороны нагрузки (стороны, соединяемой с машиной).	CCW for forward	CCW for forward rotation

4.4.2

Этап 1. Настройка усилителя — настройка параметров (Basic)

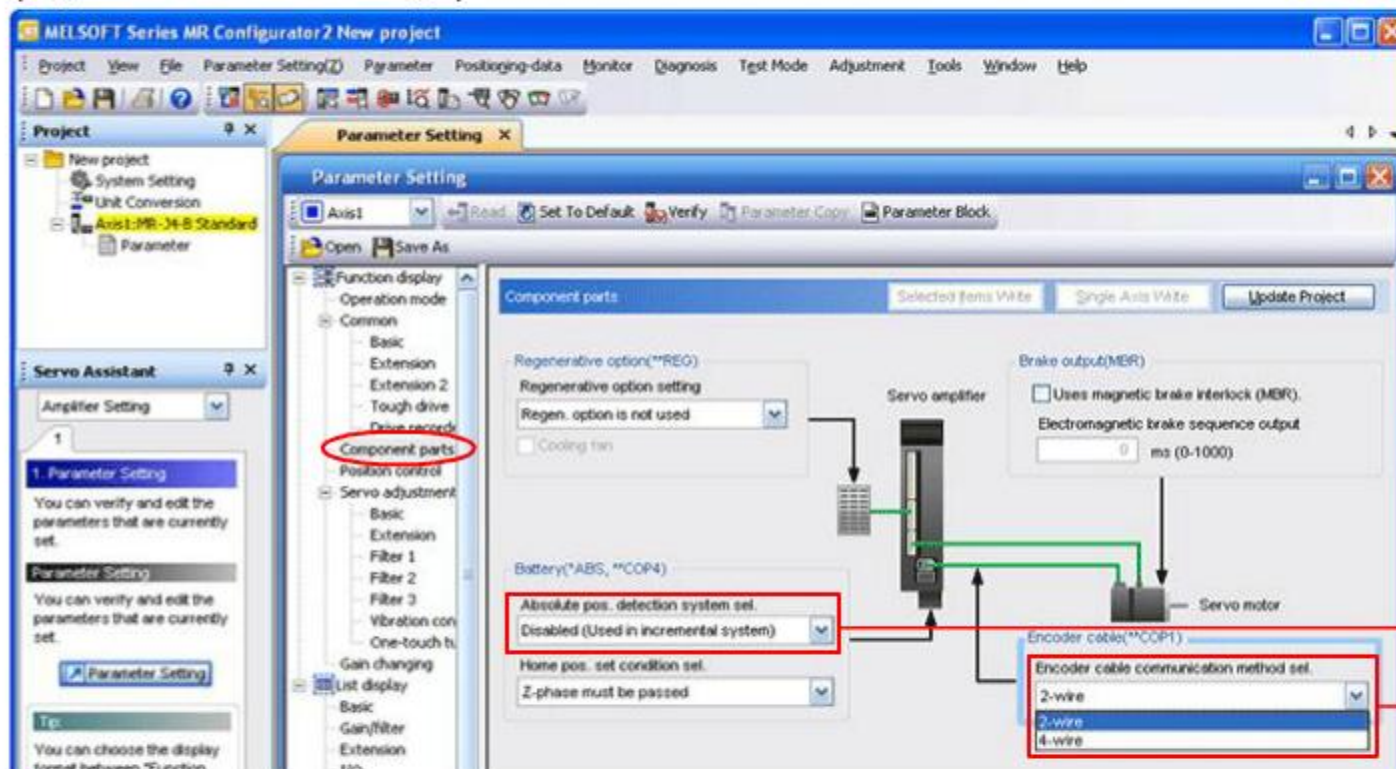
Параметр	Описание функции	Начальное значение	Значение для примера системы
Rotation direction selection	<p>С помощью этого параметра задается направление вращения серводвигателя при поступлении команды прямого вращения. Вращение может происходить в направлении против часовой стрелки или по часовой стрелке, если смотреть со стороны нагрузки (стороны, соединяемой с машиной).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Против часовой стрелки</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>По часовой стрелке</p> </div> </div> <p>Задавайте направление вращения с учетом технических характеристик машины. В системе, рассматриваемой в качестве примера, для команды прямого вращения задается вращение серводвигателей всех осей против часовой стрелки.</p>	CCW for forward rotation command, CW for reverse command	CCW for forward rotation command, CW for reverse command
Servo forced stop selection	<p>Включите эту опцию, чтобы разрешить использование входного сигнала принудительного останова (EM2 или EM1). Из соображений безопасности установлено начальное значение [Enabled]. В системе, рассматриваемой в качестве примера, используется сигнал принудительного останова контроллера, а сигнал принудительного останова сервоусилителя не используется. Поэтому установите для этого параметра значение [Disabled].</p>	Enabled (Either forced stop input EM2 or EM1 is used.)	Disabled (Neither forced stop input EM2 nor EM1 is used.)

4.4.3

Этап 1. Настройка усилителя — настройка параметров (Component parts)

Задайте компоненты.

Продолжая описанную на предыдущем экране настройку, выберите [Function display] - [Common] - [Component parts], задайте использование системы определения абсолютного положения и выберите систему связи, для которой предназначены кабели энкодеров.



Параметр	Назначение	Начальное значение	Значение для примера системы
Encoder cable communication method selection	Задаёт тип связи, для которого предназначены кабели энкодеров.	Two-wire type	Two-wire type
Selection of Absolute position detection system	Если выбрано использование, после возобновления питания не требуется выполнять возврат в исходное положение, поскольку данные положения машины сохраняются в сервоусилителе.	Disabled	Enabled

4.5 Регулировка

4.5.1 Этап 2. Пробный пуск — проверка системы (System Configuration)

Проверьте конфигурацию системы.

На панели Servo Assistant нажмите на кнопку [Test Run], выберите [System Configuration] и проверьте модель двигателя и т.п.

The screenshot displays the MELSOFT Series MR Configurator2 software interface. The main window is titled "MELSOFT Series MR Configurator2 New project" and features a menu bar with options like Project, View, Parameter, Positioning-data, Monitor, Diagnosis, Test Mode, Adjustment, Tools, Window, and Help. A toolbar contains various icons for file operations and system functions.

On the left side, the "Servo Assistant" panel is visible, showing a "Test Run" dropdown menu and a sequence of steps: 1. System Check, 2. System Configuration, 3. IO Monitor, and 4. DO Forced Output. The "Test Run" button is highlighted with a red box, and a red arrow points from it to the "System Configuration" button in the main window.

The "System Configuration" dialog box is open, displaying a table with the following data:

Item	Axis1
Servo amplifier identification information	MR-J4-10B
Servo amplifier serial number	D2SJ51029
Servo amplifier SAW No.	BCD-B46V300 A3
Option unit identification information	No Connection
Motor model	HO-KR053
Motor ID	0111F0530000
Motor serial number	C62030008
Encoder resolution	4194304
Accumulated power-on time [h]	103
Num. of inrush cur. sw. times [times]	56
LED display	b01

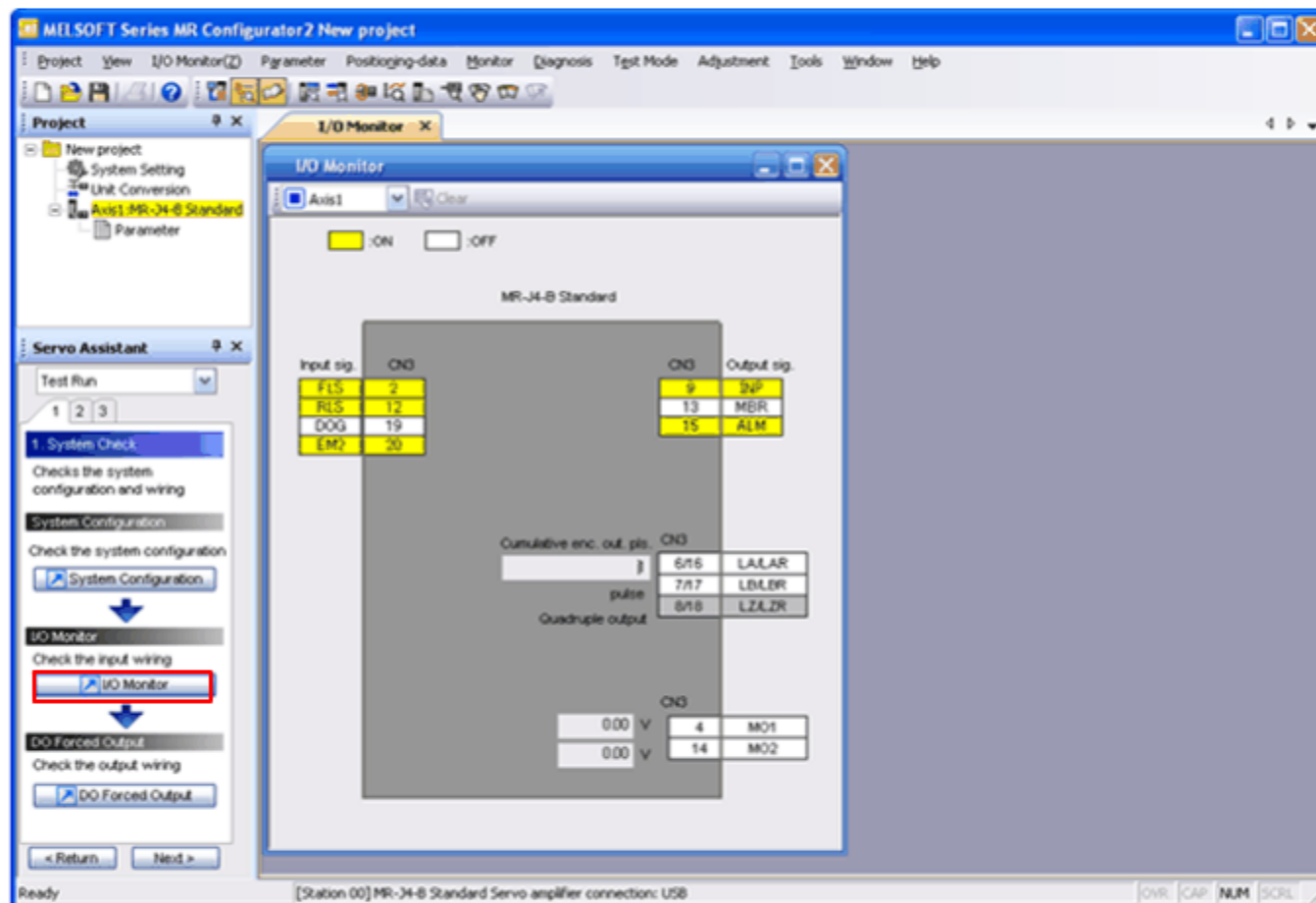
At the bottom of the main window, the status bar shows "Ready" and "[Station 00] MR-J4-B Standard Servo amplifier connection: USB".

4.5.2

Этап 2. Пробный пуск — проверка системы (I/O Monitor)

На экране I/O Monitor можно просмотреть назначенные сигналы I/O и состояние ON/OFF этих сигналов.

Просмотр экрана I/O Monitor рассматривается на следующем экране.



MELSOFT Series MR Configurator2 New project

Project View I/O Monitor(Z) Parameter Positioning-data Monitor Diagnosis Test Mode Adjustment Tools Window Help

Project

- New project
- System Setting
- Unit Conversion
- Axis1:MR-J4-B Standard
- Parameter

Servo Assistant

Test Run

1 2 3

1. System Check

Checks the system configuration and wiring

System Configuration

Check the system configuration

System Configuration

I/O Monitor

Check the input wiring

I/O Monitor

DO Forced Output

Check the output wiring

DO Forced Output

I/O Monitor

Axis1 Clear

:ON :OFF

MR-J4-B Standard

Input sig.	CN3	CN3	Output sig.
FLS	2	9	INP
RLS	12	13	MBR
DOG	19	15	ALM
EM2	20		

Cumulative enc. out. pls. CN3


1	6/16	LALAR
	7/17	LBALBR
	8/18	LZLZR

Quadruple output

0.00 V CN3

4	MO1
---	-----

На этом просмотр экрана мониторинга ввода/вывода завершен.

Щелкните по значку , чтобы перейти к следующему экрану.

Ready [Station 00] MR-J4-B Standard Servo amplifier connection: USB OVR CAP NUM SCRL

4.5.3 Режимы проверки работы

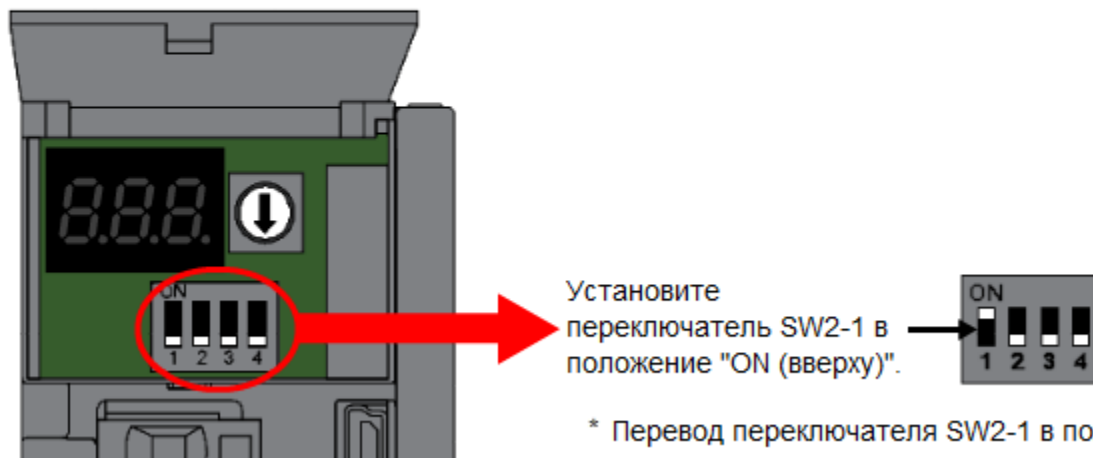
Здесь описаны режимы проверки работы, предусмотренные в приложении MR Configurator2.

В данном курсе для проверки соединений используется режим "DO Forced Output", а для проверки работы — режимы "JOG Mode" и "Positioning Mode".

Название режима	Функция/Предназначение
DO (output signal) Forced Output	В этом режиме можно принудительно изменять состояние ON/OFF выходных сигналов, независимо от состояния серводвигателя. Этот режим полезен для проверки сигнальных соединений.
JOG Mode	В этом режиме можно управлять двигателем при вращении в прямом и обратном направлении с нужной частотой. Этот режим подходит для проверки работы серводвигателя и направления его вращения.
Positioning Mode	В этом режиме серводвигатель вращается с нужной частотой, обеспечивая перемещение на заданное расстояние, и останавливается. Этот режим подходит для проверки работы и точности останова при управлении позиционированием.

Процедура использования режима проверки работы

- (1) Выключите питание.
- (2) Установите переключатель тестирования (SW2-1) в положение "ON (вверху)".



Установите переключатель SW2-1 в положение "ON (вверху)".

* Перевод переключателя SW2-1 в положение "ON (вверху)" при включенном питании не включает режим проверки работы.

4.5.3

Режимы проверки работы

(3) Включите питание сервоусилителя.



← Быстро мигает десятичная точка.

Если при проверке работы возникает аварийное событие или предупреждение



← Быстро мигает десятичная точка.

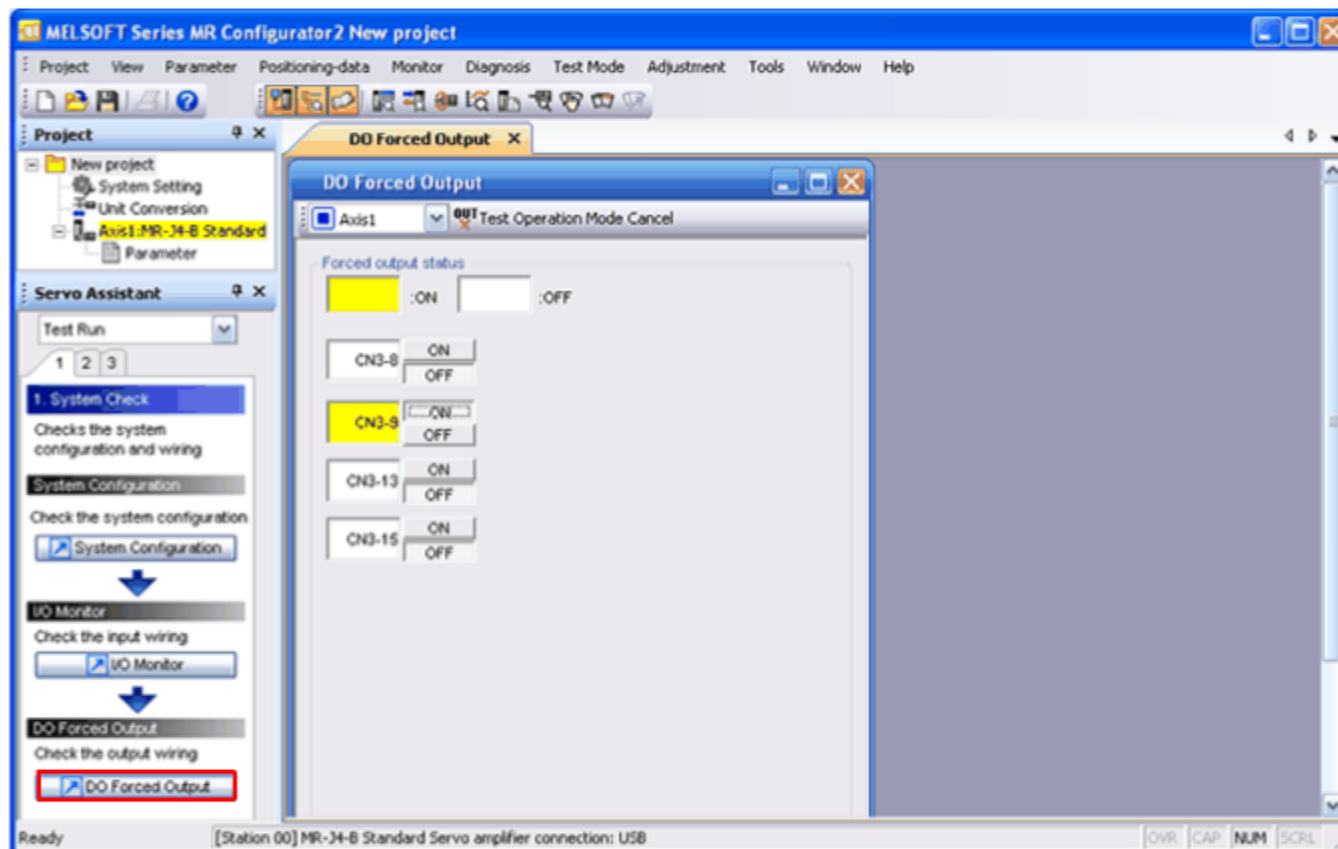
4.5.4

Этап 2. Пробный пуск — проверка системы (DO Forced Output)

В режиме DO Forced Output можно принудительно изменять состояние ON/OFF выходных сигналов, независимо от состояния серводвигателя.

Это используется, например, при проверке соединений для выходных сигналов.

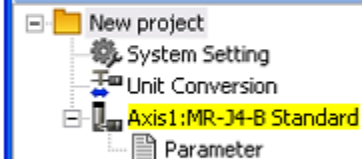
Использование режима DO Forced Output рассматривается на следующем экране.



MELSOFT Series MR Configurator2 New project

Project View Parameter Positioning-data Monitor Diagnosis Test Mode Adjustment Tools Window Help

Project



Servo Assistant

Test Run

1 2 3

1. System Check

Checks the system configuration and wiring

System Configuration

Check the system configuration

System Configuration

I/O Monitor

Check the input wiring

I/O Monitor

DO Forced Output

Check the output wiring

DO Forced Output

DO Forced Output

DO Forced Output

Axis1 **OUT** Test Operation Mode Cancel

Forced output status

 :ON :OFF

 CN3-8 ON
 OFF

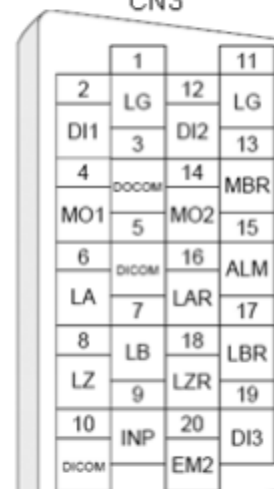
 CN3-9 ON
 OFF

 CN3-13 ON
 OFF

 CN3-15 ON
 OFF

I/O signal connector pin layout

CN3



На этом изменение состояния ON/OFF сигнала в режиме DO Forced Output завершено.

Щелкните по значку , чтобы перейти к следующему экрану.

4.5.5 Этап 2. Пробный пуск — режимы проверки (JOG Mode)

Убедившись в отсутствии проблем с соединениями, проверьте работу сервосистемы (прямое/обратное вращение серводвигателя) в следующем режиме проверки — "Толчковом режиме".

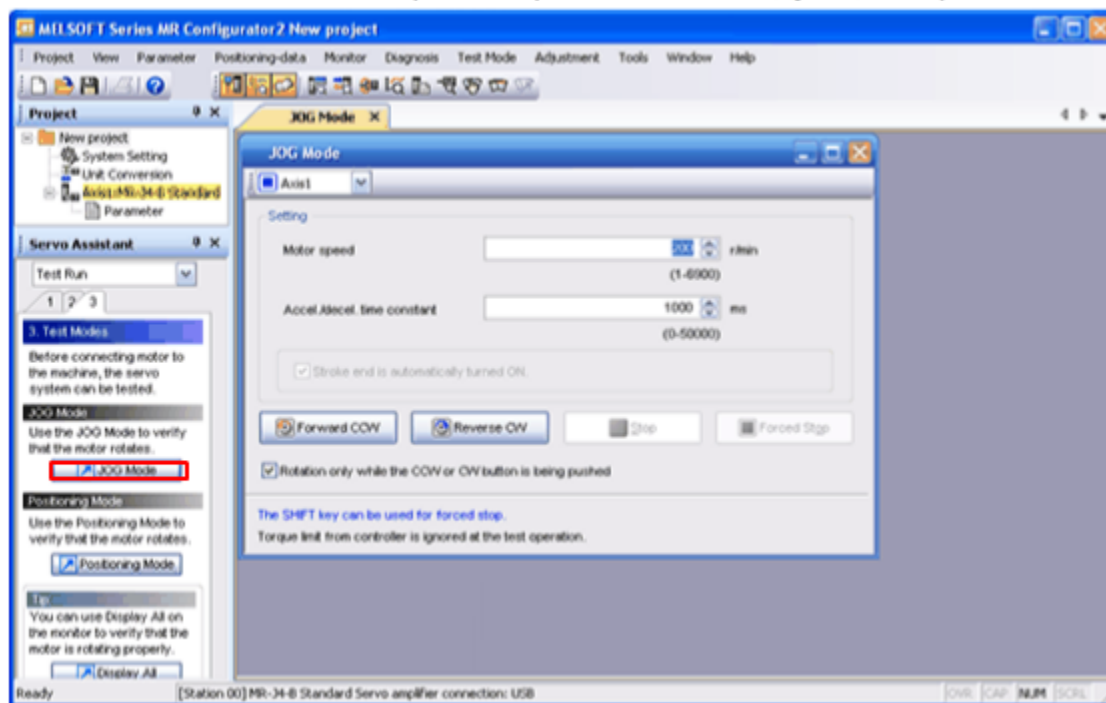
При прямом вращении серводвигатель вращается против часовой стрелки, а при обратном — по часовой стрелке.

* Направление вращения определяется при взгляде на серводвигатель со стороны его вала.

В режиме JOG Mode выполните следующие настройки.

Настройка	Назначение	Значение в данном курсе
Motor speed	Служит для установки частоты вращения серводвигателя. Сначала устанавливайте низкую частоту, пока не подтвердится нормальная работа.	50 r/min
Acceleration/deceleration time constant	Служит для установки времени ускорения из неподвижного состояния до достижения номинальной частоты вращения и замедления от номинальной частоты вращения до останова.	1000 ms

Использование "JOG Mode" рассматривается на следующем экране.



4.5.5

Этап 2. Пробный пуск — режимы проверки (JOG Mode)



MELSOFT Series MR Configurator2 New project

Project View Parameter Positioning-data Monitor Diagnosis Test Mode Adjustment Tools

Project

- New project
- System Setting
- Unit Conversion
- Axis1:MR-J4-B Standard
- Parameter

Servo Assistant

Test Run

1 2 3

3. Test Modes

Before connecting motor to the machine, the servo system can be tested.

JOG Mode

Use the JOG Mode to verify that the motor rotates.

JOG Mode

Positioning Mode

Use the Positioning Mode to verify that the motor rotates.

Positioning Mode

Tip:
You can use Display All on the monitor to verify that the motor is rotating properly.

Display All

Ready [Station 00] MR-J4-B Standard Servo amplifier connection: USB

OVR CAP NUM SCRL

JOG Mode

Axis1

Setting

Motor speed

Accel./decel. time constant

Stroke end is automatically turned ON.

Forward CCW Reverse CW Stop Forced Stgp

Rotation only while the CCW or CW button is being pushed

The SHIFT key can be used for forced stop.
Torque limit from controller is ignored at the test operation.

<Демонстрация работы>

Работа в режиме Jog завершена.

Щелкните по значку , чтобы перейти к следующему экрану.

4.5.6

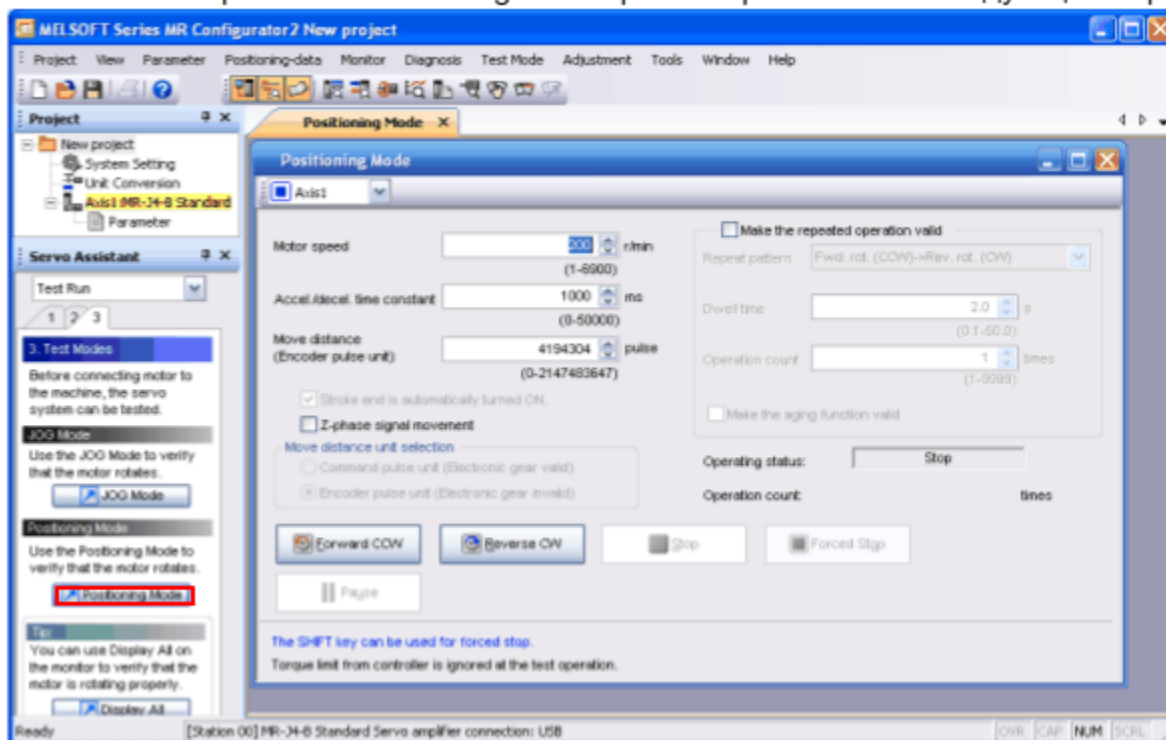
Этап 2. Пробный пуск — режимы проверки (Positioning Mode)

Теперь ознакомьтесь с работой в "Режиме позиционирования".

Режим "Positioning Mode" предназначен для проверки правильности работы с заданными частотой вращения и длиной хода.

Настройка	Назначение	Значение в данном курсе
Motor speed	Служит для установки частоты вращения серводвигателя. Сначала устанавливайте низкую частоту, пока не подтвердится нормальная работа.	1000 r/min
Acceleration/deceleration time constant	Служит для установки времени ускорения из неподвижного состояния до достижения номинальной частоты вращения и замедления от номинальной частоты вращения до останова.	1000 ms
Move distance	Служит для установки длины хода серводвигателя.	4194304 pulse

Использование режима "Positioning Mode" рассматривается на следующем экране.



4.5.6

Этап 2. Пробный пуск — режимы проверки (Positioning Mode)

MELSOFT Series MR Configurator2 New project

Project View Parameter Positioning-data Monitor Diagnosis Test Mode Adjustment Tools

Project

- New project
- System Setting
- Unit Conversion
- Axis1:MR-J4-B Standard
- Parameter

Servo Assistant

Test Run

1 2 3

3. Test Modes

Before connecting motor to the machine, the servo system can be tested.

JOG Mode

Use the JOG Mode to verify that the motor rotates.

JOG Mode

Positioning Mode

Use the Positioning Mode to verify that the motor rotates.

Positioning Mode

Tip:
You can use Display All on the monitor to verify that the motor is rotating properly.

Display All

Positioning Mode

Axis1

Motor speed: 1000 r/min (1-8900)

Accel./decel. time constant: 1000 ms (0-50000)

Move distance (Encoder pulse unit): 4194304 pulse (0-2147483647)

Stroke end is automatically turned ON.

Z-phase signal movement

Move distance unit selection

Command pulse unit (Electronic gear valid)

Encoder pulse unit (Electronic gear invalid)

Operating status: Stop

Operation count: times

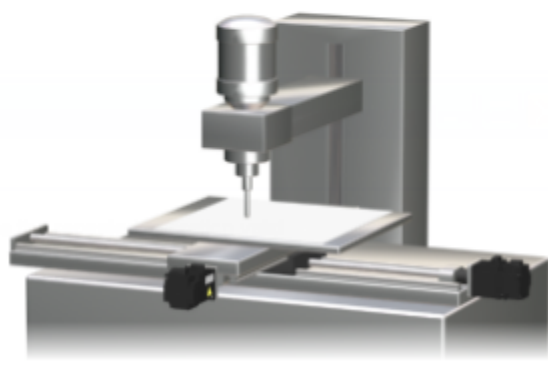
Forward CCW Reverse CW Stop Forced Stop

Pause


The SHIFT key can be used for forced stop.

Torque limit from controller is ignored at the test operation.

<Демонстрация работы>



Работа в режиме позиционирования завершена.

Щелкните по значку , чтобы перейти к следующему экрану.

Ready [Station 00] MR-J4-B Standard Servo amplifier connection: USB

OVR CAP NUM SCRL

4.5.7

Меры по устранению проблем, обнаруженных при проверке работы

Ниже приведены меры по устранению проблем, обнаруженных при проверке работы.

Проблемы с соединениями

- Проверьте на наличие неправильных или отсутствующих соединений.
- Подсоедините отсоединившиеся или неплотно подсоединенные разъемы.
- Замените все корродированные или поврежденные кабели новыми.
- Восстановите изоляцию или короткозамкнутую проводку.

Проблемы в работе

- Убедитесь в том, что состояние электропитания главного контура и контура управления сервоусилителя — ON.
- Если нажат выключатель принудительного останова (не подается напряжение сигнала EM1), отпустите выключатель (возобновите подачу напряжения сигнала EM1).
- Если двигатель не вращается в режиме JOG, исследуйте причину с помощью функции "Reason for not operating" из меню "Diagnosis" и примите соответствующие меры.

Дополнительная информация

Если при выполнении проверки работы в режиме JOG состояние основного питания — OFF, то серводвигатель не вращается, но эта причина может не отображаться функцией "Reason for not rotating". Кроме того, в этом случае работа сервосистемы в режиме JOG mode завершается с предупреждением. Тем не менее, поскольку это не является аварийным событием, соответствующая информация не сохраняется в журнале аварийных событий.

4.6

Сохранение проектов

На этом настройка завершена.

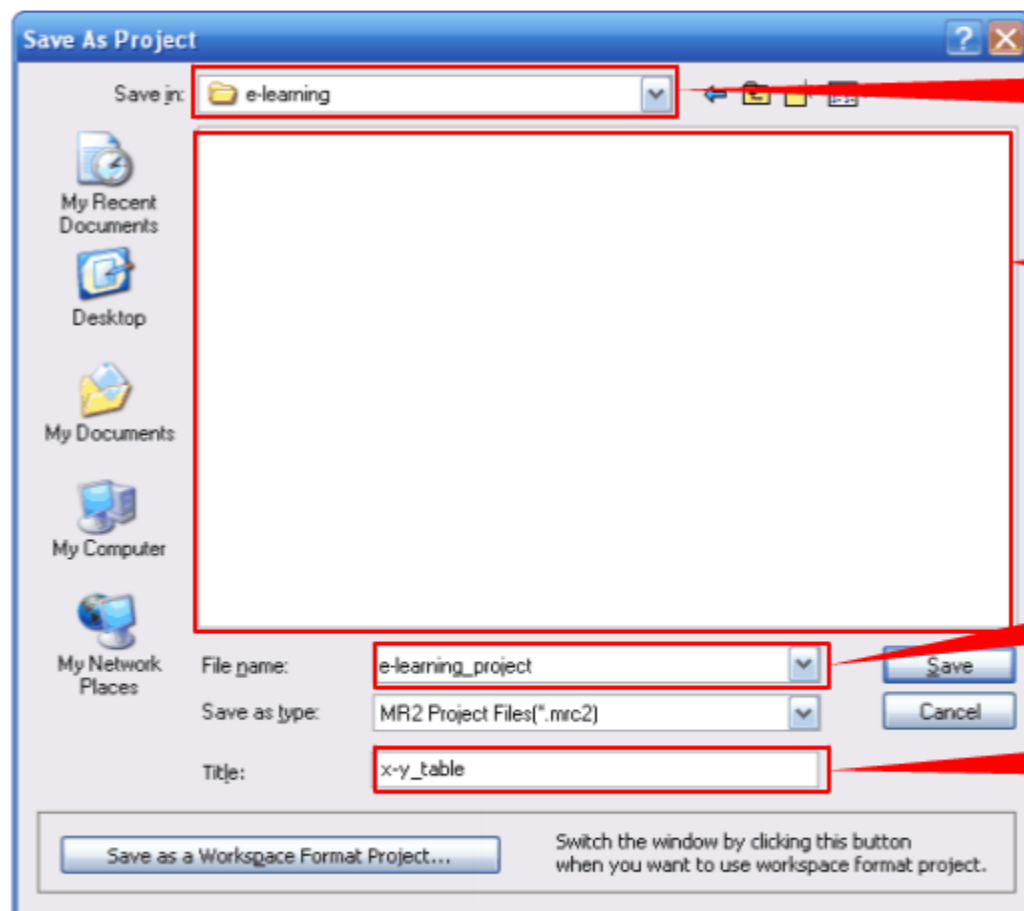
Щелкните по значку "Save", чтобы сохранить файл проекта.

Если выйти из приложения без сохранения настроек, при следующем запуске сервосистемы считать настройки будет невозможно.

Если нужно сохранить новый проект, задайте имя файла.

Рекомендуется выбирать такое имя, по которому можно идентифицировать содержимое проекта (использовать в имени детали управления, имя системы или другой легко распознаваемый текст).

Файлы сохраняются с расширением ".mrc2". (*В версии 1.19V и более поздних)

**Папка сохранения*****Обязательно**

Задайте папку для создания в ней файла конфигурации.

Список файлов

Если в папке сохранения имеется один или несколько файлов, они отображаются в виде списка.

Имя файла***Обязательно**

Задайте имя файла.

Название

Задайте название. Это поле используется в том случае, если нужно дать название, которое нельзя ввести в имени файла. (Если такое название не нужно, это поле можно не заполнять.)

4.7

Завершение проверки работы

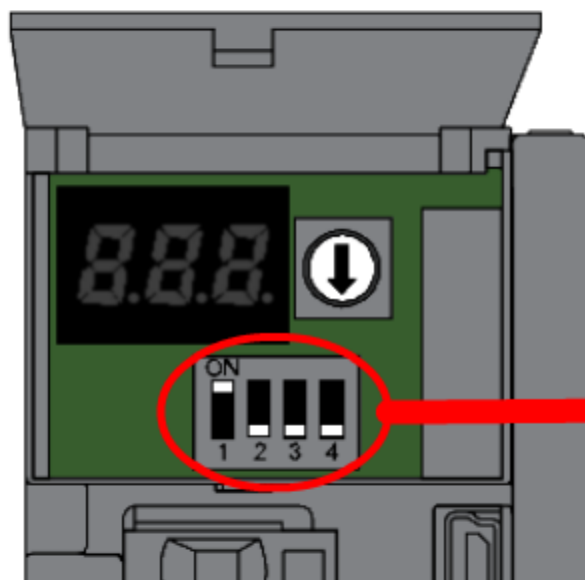
Завершите проверку работы.

Завершите проверку работу в соответствии с изложенной ниже процедурой.

Процедура завершения проверки работы

(1) Переведите питание сервоусилителя в состояние OFF.

(2) Переведите переключатель тестирования (SW2-1) в положение "OFF (внизу)".



Установите переключатель SW2-1 в положение "OFF (внизу)".

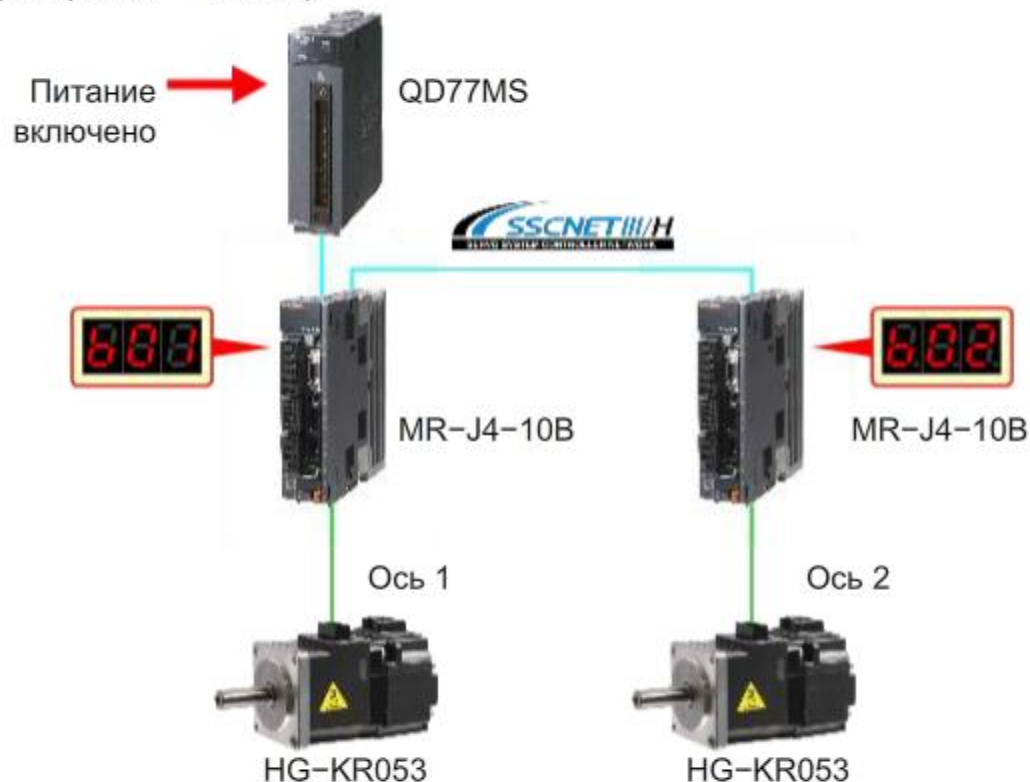


(3) Переведите питание обратно в состояние ON.

4.8

Включение питания контроллера

После настройки и запуска сервоусилителя подключите его к контроллеру и включите питание контроллера. Установите связь SSCNETIII/H между контроллером и сервоусилителем, выполнив инициализацию связи. После нормального завершения инициализации связи отобразится состояние "b#" (готовность — ВЫКЛ., сервопривод — ВЫКЛ.).



Создайте программу управления позиционированием для контроллера сервосистемы, рассматриваемой в качестве примера.

Для изучения использования контроллера сервосистемы можно пройти указанные ниже курсы обучения.

- "МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ"
- "СЕРВОСИСТЕМЫ. КОНТРОЛЛЕР ДВИЖЕНИЯ: ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ (ОБОРУДОВАНИЕ)"
- "СЕРВОСИСТЕМЫ. КОНТРОЛЛЕР ДВИЖЕНИЯ: ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ (РЕАЛЬНЫЙ РЕЖИМ: SFC)"
- "СЕРВОСИСТЕМЫ. КОНТРОЛЛЕР ДВИЖЕНИЯ: ПРИМЕНЕНИЕ (ВИРТУАЛЬНЫЙ РЕЖИМ)"

Прежде чем устанавливать контроллер сервосистемы в реальной системе, убедитесь в правильности работы его программы управления позиционированием.

Проверьте работу программы управления позиционированием в режиме работы без двигателя.

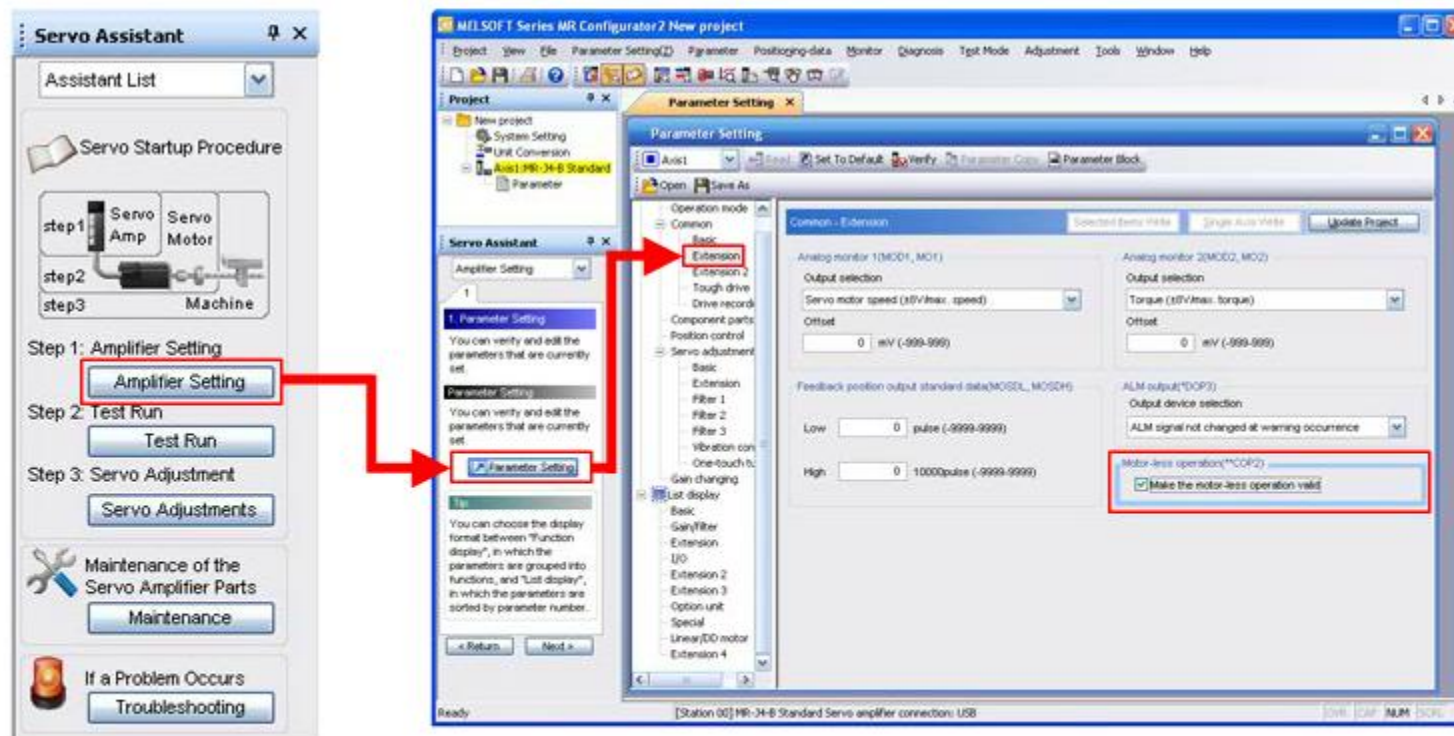
Хотя серводвигатель и не подключен, в режиме работы без двигателя в ответ на команды контроллера сервосистемы выводятся выходные сигналы, как и при работающем двигателе, и отображается состояние.

Процедура использования режима работы без двигателя

(1) Переведите сервоусилитель в выключенное состояние.

(2) В настройках параметров контроллера сервосистемы установите флажок "Enable motor-less operation" и снова включите питание.

(Для настройки модуля управления движением используйте ПО MELSOFT GX Works2.)



(3) На дисплее отобразится следующая индикация.

(3) На дисплее отобразится следующая индикация.



← Быстро мигает десятичная точка.

Ниже приведен список тем, изученных в данной главе.

- Настройка сервоусилителя
- Создание новых проектов
- Подключение сервоусилителя к персональному компьютеру
- Настройка усилителя — настройка параметров
- Пробный пуск — проверка системы
- Пробный пуск — проверка работы
- Меры по устранению проблем, обнаруженных при проверке работы
- Сохранение проектов
- Подключение контроллера к сервоусилителю

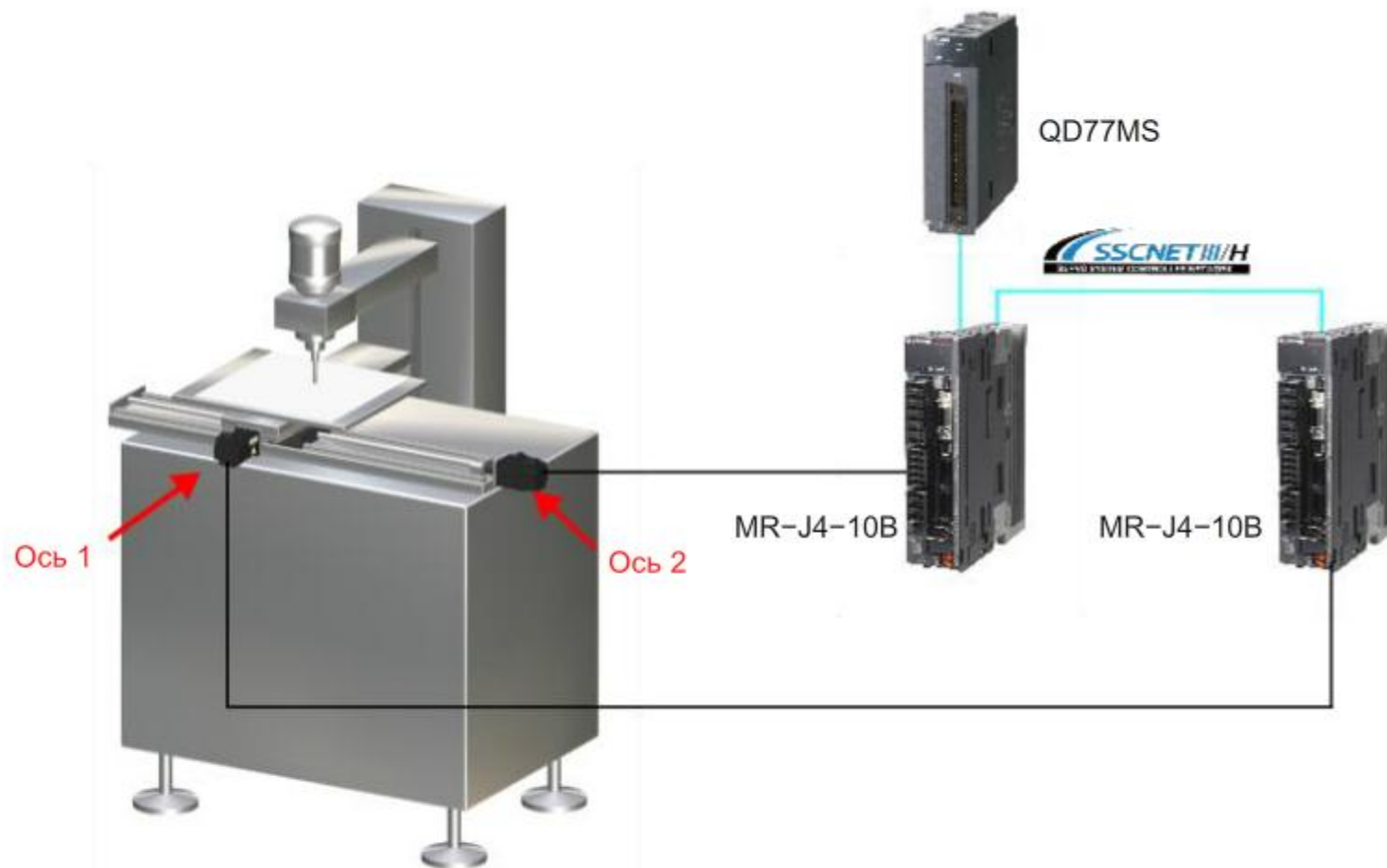
Совет

Приведенные сведения очень важны, поэтому просмотрите их еще раз и убедитесь, что они усвоены.

Настройка сервоусилителя	<ul style="list-style-type: none"> • Используя графический пользовательский интерфейс приложения MR Configurator2, на персональном компьютере можно выполнять настройку параметров и проверку работы, использовать расширенные функции и функции работы с аварийными событиями, а также выполнять диагностику и мониторинг.
Подключение сервоусилителя к персональному компьютеру	<ul style="list-style-type: none"> • Подключайте сервоусилитель к персональному компьютеру с помощью кабеля USB. • Используйте кабель USB "MR-J3USBCBL3M" (длина — 3 м).
Настройка усилителя — настройка параметров	<ul style="list-style-type: none"> • В приложении MR Configurator2 в разделах "Operation mode", "Basic" и "Component parts" задавайте направление вращения, принудительный останов и тип связи, для которого предназначены кабели энкодеров.
Пробный пуск — проверка системы	<ul style="list-style-type: none"> • В режимах "JOG Mode" и "Positioning Mode" приложения MR Configurator2 проверяйте правильность работы двигателя.
Меры по устранению проблем, обнаруженных при проверке работы	<ul style="list-style-type: none"> • Если при проверке работы обнаружены проблемы, проверьте соединения и питание, а при возникновении аварийных событий обратитесь к соответствующему руководству, в котором приведена подробная информация о событии и необходимые меры, после чего предпримите указанные меры.
Подключение контроллера к сервоусилителю	<ul style="list-style-type: none"> • Перед установкой в реальной системе проверяйте правильность работы программы в режиме работы без двигателя, когда сервоусилитель соединен с контроллером. • При использовании режима работы без двигателя отключайте принудительный останов.

Глава 5 Регулировка и обслуживание сервоусилителя

В этой главе изучается проверка работы на примере системы с установленным серводвигателем.



5.1 Регулировка сервосистемы

Для оптимальной работы сервосистемы необходимо отрегулировать коэффициент усиления в соответствии с характеристиками машины (коэффициентом момента инерции нагрузки) и поддерживать отклик сервосистемы на соответствующем уровне.

Если коэффициент усиления не отрегулирован оптимально, возникают следующие проблемы. Нажмите на кнопку, чтобы просмотреть пример работы.

Оптимальная регулировка сервосистемы



Отклик слишком низкий (коэффициент усиления ниже оптимального):
Утрачиваются характеристики сервосистемы (скорость реакции)



Отклик слишком высокий (коэффициент усиления выше оптимального):
Возникают вибрация, аномальный шум, происходит выход за границу допустимого диапазона



5.1.1 Регулировка одним нажатием

Усовершенствованная функция регулировки одним нажатием (для простоты называемая далее "регулировка одним нажатием") предназначена для простой регулировки сервосистем. При регулировке одним нажатием выполняется автоматическая регулировка параметров для коэффициента усиления.

Для машин различной жесткости имеются три режима регулировки одним нажатием.

Режим стандартного отклика называется "Basic mode (AT.)". Сначала выполняйте регулировку в режиме Basic mode (AT.).

Если в режиме "Basic mode (AT.)" не удалось получить удовлетворительные результаты, выполняйте регулировку в режиме низкого или высокого отклика, в зависимости от отклика и жесткости машины.

В таблице ниже указаны режимы с различным откликом, подходящие для машин различной жесткости.

Режим отклика	Описание
High mode	Для машин с высокой жесткостью
Basic mode	Для машин с обычной жесткостью
Low mode	Для машин с низкой жесткостью

Результат выполненной регулировки можно проверить по времени успокоения или величине перехода за заданное положение.

При неудовлетворительном результате регулировки одним нажатием регулировку можно выполнить с помощью соответствующих функций вручную.

Что такое "Время регулирования"?

Время регулирования — это временной интервал между выводом управляющего импульса и включением сигнала "В позиции" (INP) после вывода сервоусилителем спадающих импульсов.

Чем короче время регулирования, тем выше отклик сервосистемы.

Обратите внимание

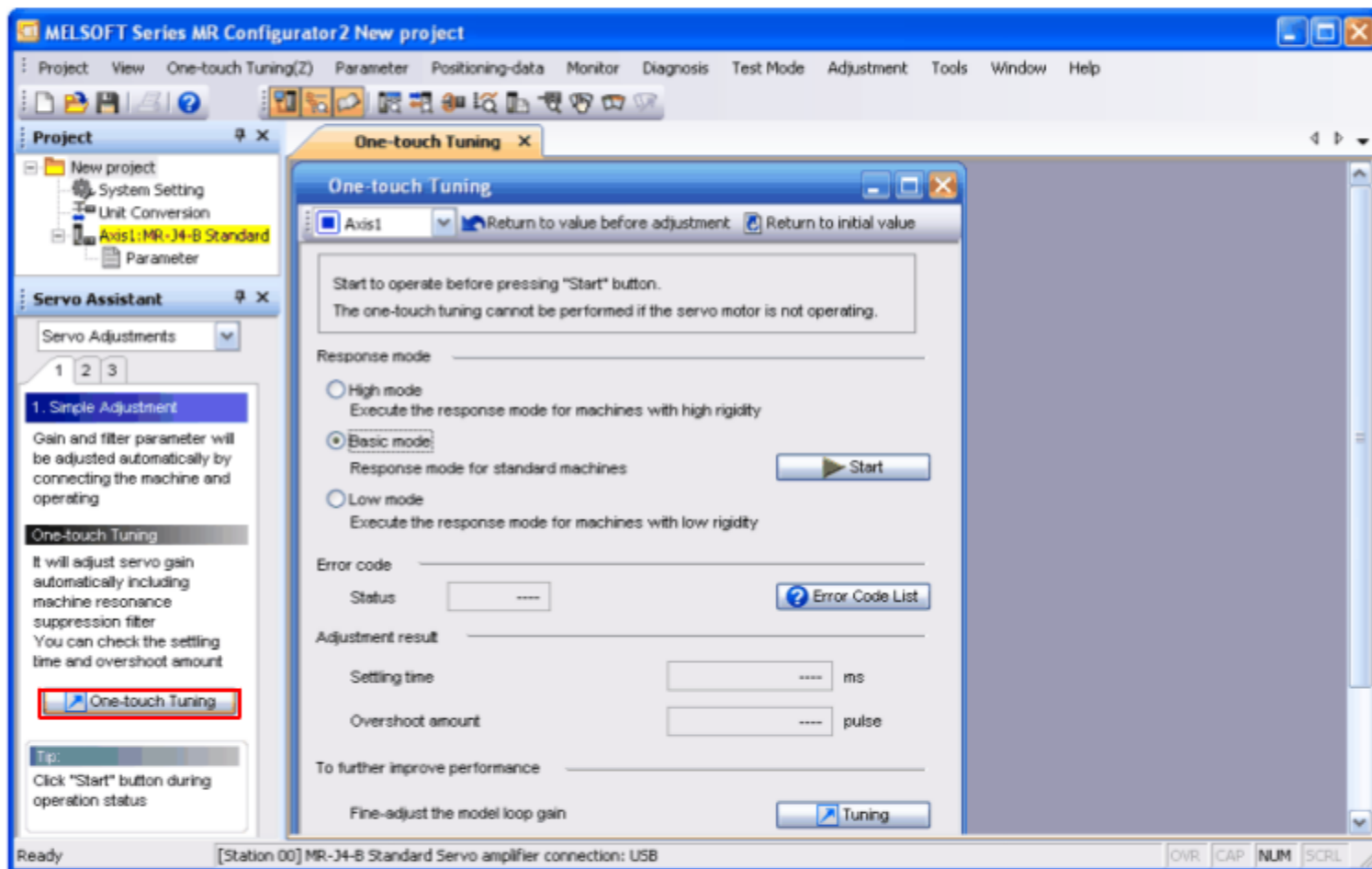
- (1) Регулировка одним нажатием недоступна в режиме управления крутящим моментом.
- (2) Регулировка одним нажатием недоступна при возникновении аварийного события или предупреждения, при котором продолжение работы невозможно.
- (3) Регулировка одним нажатием недоступна в следующих режимах проверки работы.
 - (a) Режим принудительного вывода выходного сигнала (DO)
 - (b) Режим работы без двигателя

5.1.2

Регулировка одним нажатием на примере системы

Выполните регулировку одним нажатием системы, рассматриваемой в качестве примера.

Выполнение регулировки одним нажатием на примере системы рассматривается на следующем экране.



MELSOFT Series MR Configurator2 New project

Project View One-touch Tuning(Z) Parameter Positioning-data Monitor Diagnosis Test Mode Adjustment Tools Window Help

Project

- New project
- System Setting
- Unit Conversion
- Axis1:MR-J4-B Standard
- Parameter

Servo Assistant

Servo Adjustments

1 2 3

1. Simple Adjustment

Gain and filter parameter will be adjusted automatically by connecting the machine and operating

One-touch Tuning

It will adjust servo gain automatically including machine resonance suppression filter
You can check the settling time and overshoot amount

One-touch Tuning

Tip:
Click "Start" button during operation status

One-touch Tuning

Axis1 Return to value before adjustment Return to initial value

Start to operate before pressing "Start" button.
The one-touch tuning cannot be performed if the servo motor is not operating.

Response mode

High mode
Execute the response mode for machines with high rigidity

Basic mode
Response mode for standard machines

Low mode
Execute the response mode for machines with low rigidity

Start

Error code

Status 0000

Error Code

Adjustment result

Settling time 1 ms


Overshoot amount 597 pulse

To further improve performance

Fine-adjust the model loop gain

Tuning

Ready [Station 00] MR-J4-B Standard Servo amplifier connection: USB OVR CAP NUM SCRL

На этом регулировка одним нажатием завершена.
По завершении регулировки одним нажатием в разделе кода ошибки в поле состояния отобразится "0000". Кроме того, в разделе результата регулировки отобразятся значения в полях времени успокоения и величины перехода за заданное положение.
Щелкните по значку , чтобы перейти к следующему экрану.

Функция графического анализа предоставляет возможность простого измерения кривой для аналоговых и дискретных данных сервосистемы.

Функция графического анализа приложения MR Configurator2 обладает следующими возможностями:

- Измерение по 7 аналоговым и 8 дискретным каналам.
- Отображение в графическом представлении данных журнала командой "Выбор данных журнала"
- Перезапись графических данных командой "Overwrite"
- Отображение кривой крутящего момента (зависимости момента от частоты вращения)
- Отображение графика Фурье/диаграммы рассеяния и т.п.

The screenshot shows the MELSOFT Series MR Configurator2 software interface. The main window is titled "Graph graph_data.gpf2" and displays a graph of motor data over time. The graph shows a step function with a target axis set to "Axis1". The data points are as follows:

Cmd. pls. (Hz (ppd.) /min)	Motor spd (r/min)	Curr cmd (%)	Torque (%)	Dro. pls. (t pls. /pulse)
3,600	3,650	25	25	39,350
2,880	2,920	20	20	31,480
2,160	2,190	15	15	23,610
1,440	1,460	10	10	15,740
720	730	5	5	7,870
-720	-730	-5	-5	-7,870
-1,440	-1,460	-10	-10	-15,740
-2,160	-2,190	-15	-15	-23,610
-2,880	-2,920	-20	-20	-31,480
-3,600	-3,650	-25	-25	-39,350

The graph shows a step function with a target axis set to "Axis1". The data points are as follows:

1.33 ms

Ready [Station 00] MR-J4-B Standard Servo amplifier connection: USB OVR CAP NUM SCRL

5.2.1

Описание экрана функции графического анализа

Ниже описаны различные элементы экрана функции графического анализа.

Выбор целевой оси.

Запуск/останов измерения.

Выбор типа отображаемых графиков/диаграмм.

Цвета отображения графиков/диаграмм.

Setting

Control of displayed waveform - Target axis: Axis1

INP

Cmd. pls. freq. (spd.) [r/min]	Motor spd. [r/min]	Cur. cmd. [A]	Torque [%]	Drop. pls. (1 pls.) [pulse]
--------------------------------	--------------------	---------------	------------	-----------------------------

3,800 3,850 25 25 39,350

2,880 2,920 20 20 31,480

2,160 2,190 15 15 23,610

1,440 1,460 10 10 15,740

720 730 5 5 7,870

0 0 0 0 0

-720 -730 -5 -5 -7,870

-1,440 -1,460 -10 -10 -15,740

-2,160 -2,190 -15 -15 -23,610

-2,880 -2,920 -20 -20 -31,480

-3,800 -3,850 -25 -25 -39,350

0 500 1,000 1,500 2,000 ms

1.33 ms

Ready [Station 0] MR-J4-B Standard Servo amplifier connection: USB OVR CAR NUM SCRL

Настройки графиков/диаграмм.

Отображение графиков/диаграмм.

5.2.2

Функция графического анализа на примере системы

Функция графического анализа используется для выполнения измерений на системе, рассматриваемой в качестве примера. Измеряются следующие величины.

Измеряемые величины

Times	Setting method	Div automation
	Measurement time	2000 ms
Trigger	Data	Command pulse frequency (by speed)
Waveform	Analog 1	Command pulse frequency (by speed)
	Analog 2	Motor speed
	Analog 3	Current command
	Analog 4	Torque
	Analog 5	Droop pulses (by 1 pulse)

Использование функции графического анализа рассматривается на следующем экране.

The screenshot shows the MELSOFT Series MR Configurator 2 software interface. The main window is titled 'Graph' and displays a graph with multiple colored waveforms (red, green, blue, yellow) plotted against time. The graph is titled 'red waveform - Target axis: Add1'. The interface includes a menu bar, a toolbar, and a 'Start' button. The 'Setting' tab is active, showing a list of parameters and waveforms. The 'Waveforms' section lists Analog 1 through Analog 5, with their respective measurement types and units. The 'Digital' section lists Digital 1 through Digital 5, all of which are 'Not selected'.

Parameter	Unit	Value	Unit	Value
Analog 1	Command pulse freq.	850	25	25
Analog 2	Motor speed	920	20	20
Analog 3	Current command	190	15	15
Analog 4	Torque	460	10	10
Analog 5	Droop pulses (by 1 pulse)	730	5	5
Analog 6	Not selected	730	-5	-5
Analog 7	Not selected	730	-5	-5
Digital 1	INP	730	-5	-5
Digital 2	Not selected	730	-5	-5
Digital 3	Not selected	730	-5	-5
Digital 4	Not selected	730	-5	-5
Digital 5	Not selected	730	-5	-5

5.2.2

Функция графического анализа на примере системы



MELSOFT Series MR Configurator2 New project

Project View File Graph(Z) Parameter Positioning-data Monitor Diagnosis Test Mode Adjustment Tools Window Help

Project

- New project
 - System Setting
 - Unit Conversion
 - Axis1:MR-J4-B Standard
 - Parameter

Servo Assistant

Servo Adjustments

1 2 3

Verifies the tuning adjustments from the previous page.

Graph

You can analyse operations by using the graph.

Check such as the setting time in the cursor information.

[Graph](#)

Tip:

Set the motor speed, droop pulses, etc. for the trigger conditions and measured waveform.

Press the "Start" button and perform acceleration/deceleration operations to start measuring.

Graph

Open Import Save As Save Image History Management Parameter Display Select History Previous Next

Torque Charact. FFT Scatterplot Reread Screen Copy Scale Optimization Gray Display Cursor Zoom

Setting

Setting Display Cursor

Separate Axis Setting Initialization

Parameter

- Auto reading ON


Waveform

Analog	Command
Analog 1	Command pulse freq
Analog 2	Motor speed
Analog 3	Current command
Analog 4	Torque
Analog 5	Droop pulses (by)
Analog 6	Not selected
Analog 7	Not selected
Digital 1	INP
Digital 2	Not selected
Digital 3	Not selected
Digital 4	Not selected
Digital 5	Not selected

Selected waveform - Target axis: Axis1

spd.	Curr. cmd. [%]	Torque [%]	Dro. pls. (1 pls.) [pulse]
650	25	25	39,350
920	20	20	31,480
190	15	15	23,610
460	10	10	15,740
730	5	5	7,870
0	0	0	0
730	-5	-5	-7,870
460	-10	-10	-15,740
190	-15	-15	-23,610

Start

На этом просмотр графиков завершен.
Щелкните по значку , чтобы перейти к следующему экрану.

Ready [Station 00] MR-J4-B Standard Servo amplifier connection: USB OVR CAP NUM SCRL

5.3 Устранение неисправностей — отображение аварийного события

В сервоусилителях серии MR-J4 для отображения аварийного события используется 3 знака. Устранение неисправности при возникновении аварийного события выполняется просто.



При возникновении аварийного события попеременно отображаются состояние и номер аварийного события (два знака) с детализацией (один знак).

№ аварийного события (2 знака) Детализация аварийного события (1 знак)

Пример окна аварийного события

Alarm Display

Axis1

No.	Name	Est. occurrence time	Est. elapsed time (h)	Detailed information
10.1	Undervoltage	2013/01/01 00:00:00	0	01

Display	Detail name	Cause	Check method	Check result	Action
10.1	Voltage drop in the control circuit power	(1) The connection of the control circuit power supply connector (CNP2) has a failure.	Check the control circuit power supply connector.	It has a failure. It has no failure.	Connect it correctly. Check (2).
		(2) The voltage of the control circuit power supply is low.	Check if the voltage of the control circuit power supply is lower than 160 V AC.	The voltage is lower than 160 V AC. The voltage is higher than 160 V AC.	Review the voltage of the control circuit power supply. Check (3).
		(3) An instantaneous	Check if the power	It has a problem.	Review the power.

Additional information: (Alarm reset enable)

Alarm history

Number	Name	Time (h)	Detailed Information
New 10.1	Undervoltage	0	01
1 10.1	Undervoltage	0	01
2 45.1	Servo motor overheat	0	01
3 21.1	Encoder normal communication error 2	0	01
4 20.1	Encoder normal communication error 1	0	01
5 10.1	Undervoltage	0	01

Buttons: Alarm Onset Data, Display Causes Again, Occurred Alarm [reset], Alarm Warning list, Clear

В случае такого аварийного события, как понижение напряжения, контур, в котором произошло это аварийное событие, определяется по его номеру.

5.4 Устранение неисправностей — запись на емком накопителе

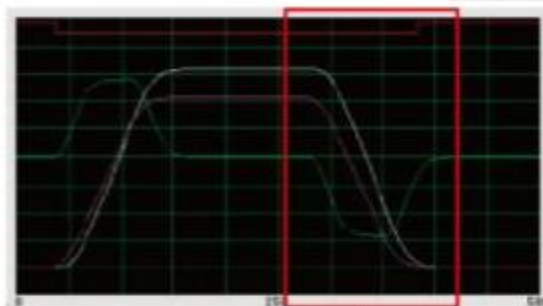
Причину возникновения ошибки можно быстро и надежно установить, благодаря использованию функции записи на емком накопителе.

Функция записи на емком накопителе сохраняет на энергонезависимом запоминающем устройстве сервоусилителя данные сервосистемы (например, значения тока серводвигателя, команды позиционирования) до и после аварийного события.

При восстановлении после аварийного события эти данные можно использовать для анализа причины его возникновения, считав их в приложении MR Configurator2.

В журнале аварийных событий можно просмотреть кривые сигналов ((7 16-битных аналоговых каналов + 8 дискретных каналов) × 256 каналов) для 16 аварийных событий, а также значения мониторинга.

При аварийном событии данные сохраняются на энергонезависимом запоминающем устройстве.



Данные за определенный промежуток времени сохраняются в памяти.

Event No.	Event Name	Time (s)	Duration (ms)	Alarm No.	Alarm Name
1	Under-voltage	0	0	0	0
2	Encoder turned counterclockwise error 0	0	0	0	0

Номер аварийного события, кривые сигналов и значения мониторинга на момент аварийного события отображаются в приложении MR Configurator2.

Отображение кривых сигналов

Отображение значений мониторинга

Пониженное напряжение шины

Это свидетельствует о выключении питания главного контура.



Item	Value
Bus Voltage	24.0
Motor Current	0.0
Encoder Error	0
Alarm No.	0
Alarm Name	0

Функция стойкого привода регистрирует отклонения от нормы условий эксплуатации и автоматически изменяет управление сервосистемой, чтобы снизить вероятность останова производственной линии и связанных с ним убытков. У функции стойкого привода имеется два режима: "Привод, стойкий к кратковременным сбоям питания" и "Привод, стойкий к вибрации".

Привод, стойкий к кратковременным сбоям питания

Вероятность аварийного события вследствие понижения напряжения уменьшается путем ограничения крутящего момента при регистрации кратковременного сбоя электропитания главного контура.

(При кратковременном сбое электропитания используется энергия, аккумулированная конденсатором главного контура.)



Привод, стойкий к вибрации

Если при выполнении токовой команды в сервоусилителе регистрируется вибрация, возникшая вследствие изменения резонансной частоты машины, выполняется повторная регулировка фильтра подавления резонанса машины. Таким образом, снижается вероятность останова машины вследствие износа и связанных с таким остановом убытков.



5.5

Функция стойкого привода

2/2

Зарегистрирована
вибрация

Выполняется повторная
регулировка фильтра подавления
резонанса машины и вибрация
подавляется.

Ток двигателя



Использование диагностических функций приложения MR Configurator2 позволяет выполнять необходимое техническое обслуживание на ранней стадии.

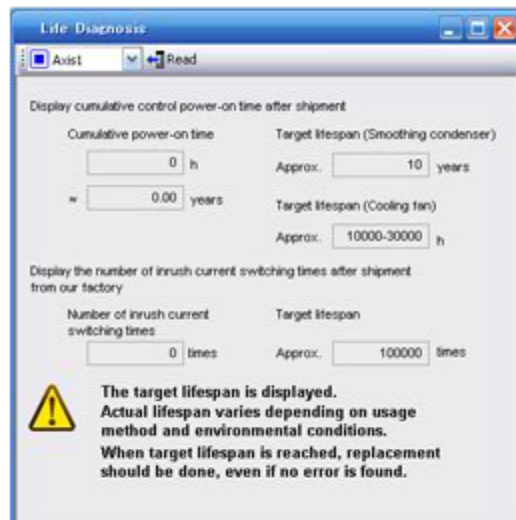
Имеются диагностические функции "Life Diagnosis" и "Machine Diagnosis".

Диагностика срока службы

Проверяйте совокупное время работы и количество смен состояния on/off пускового реле.

Эта функция показывает периодичность замены таких деталей сервоусилителя, как конденсатор и реле.

- Для конденсатора и вентилятора в качестве критерия принятия решения о замене отображается общее время с включенным питанием.
- Для реле в качестве критерия принятия решения о замене отображается количество смен состояния ON/OFF.



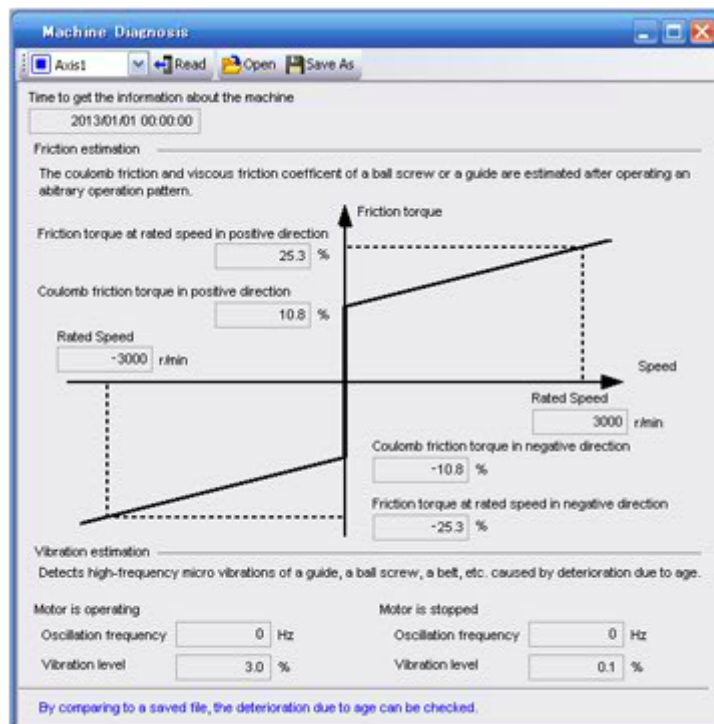
Обеспечивайте
заблаговременное
техническое обслуживание
сервоусилителя.

Диагностика машины

Исходя из внутренних данных сервоусилителя, анализируется трение в оборудовании, момент инерции нагрузки, несбалансированный крутящий момент и изменение компонентов вибрации и могут обнаруживаться изменения в компонентах машины (например, в шариковинтовых передачах, направляющих, подшипниках, ременных передачах). Это способствует своевременному техническому обслуживанию приводов. Сравнение данных при первом запуске с данными после нескольких лет работы помогает обнаружить износ машины и способствует заблаговременному выполнению технического обслуживания. Эта функция оценивает и отображает трение и вибрацию в машине при обычной работе без

Диагностика машины

Исходя из внутренних данных сервоусилителя, анализируется трение в оборудовании, момент инерции нагрузки, несбалансированный крутящий момент и изменение компонентов вибрации и могут обнаруживаться изменения в компонентах машины (например, в шариковинтовых передачах, направляющих, подшипниках, ременных передачах). Это способствует своевременному техническому обслуживанию приводов. Сравнение данных при первом запуске с данными после нескольких лет работы помогает обнаружить износ машины и способствует заблаговременному выполнению технического обслуживания. Эта функция оценивает и отображает трение и вибрацию в машине при обычной работе без каких-либо специальных измерений.



Предотвращайте отказ оборудования с помощью заблаговременного технического обслуживания.

Ниже приведен список тем, изученных в данной главе.

- Регулировка сервосистемы
- Регулировка одним нажатием
- Функция графического анализа
- Устранение неисправностей
- Функция стойкого привода
- Техническое обслуживание

Совет

Приведенные сведения очень важны, поэтому просмотрите их еще раз и убедитесь, что они усвоены.

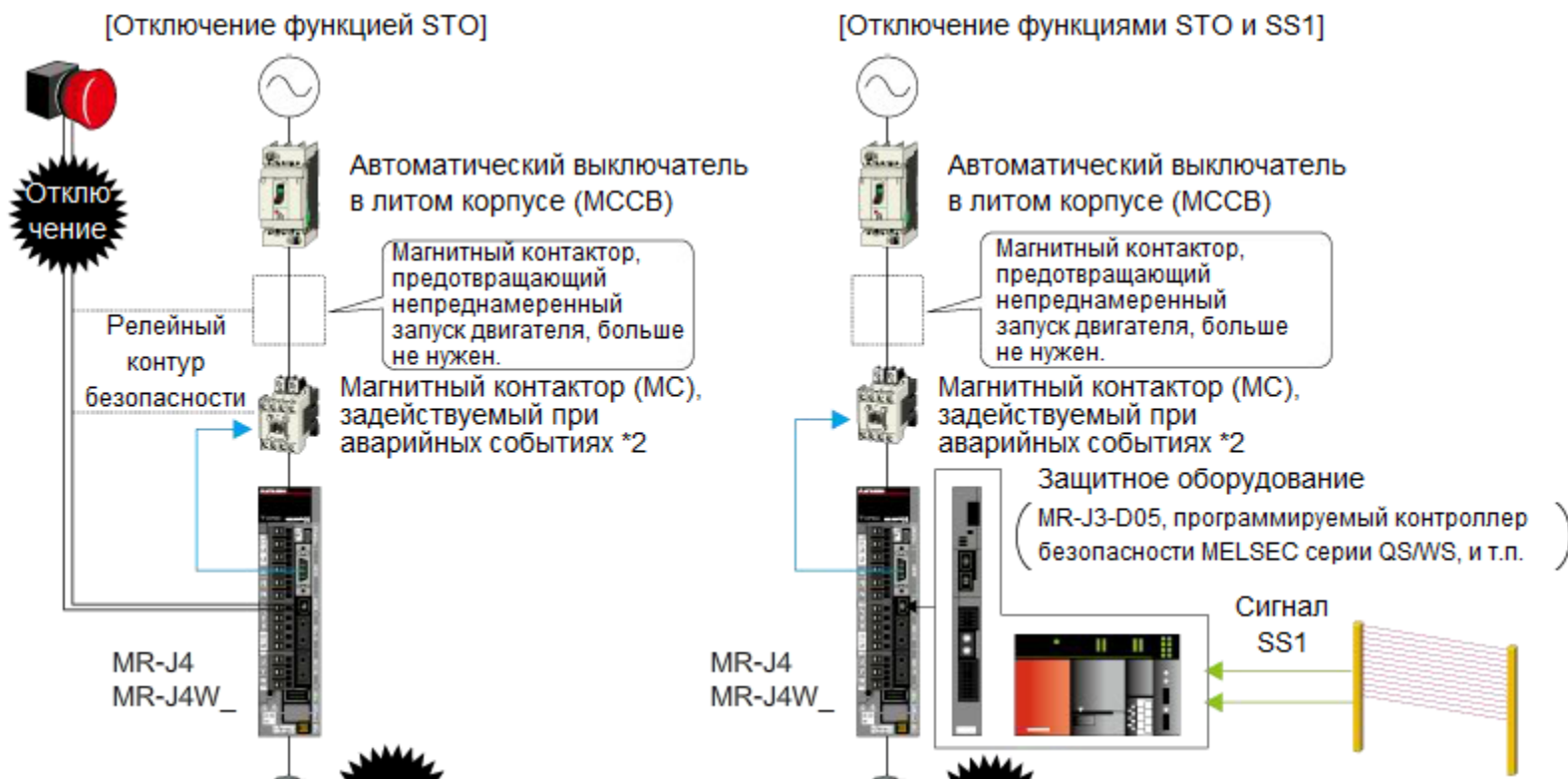
Регулировка одним нажатием	<ul style="list-style-type: none"> • Регулировку сервосистемы можно выполнять просто одним нажатием в трех режимах с разным откликом: "Режиме высокого отклика", "Базовом режиме" и "Режиме низкого отклика".
Функция графического анализа	<ul style="list-style-type: none"> • Для проверки работы сервосистемы можно использовать такие функции, как управление журналами, перезапись, отображение кривой крутящего момента (зависимости момента от частоты вращения), отображение графика Фурье, графика рассеяния и другие.
Устранение неисправностей	<ul style="list-style-type: none"> • Быстрое и надежное установление причины возникновения в сервосистеме аварийного события и отображение его трехзначного номера облегчают устранение неисправности при возникновении аварийного события.
Функция стойкого привода	<ul style="list-style-type: none"> • Отклонения от нормы условий эксплуатации регистрируются для автоматического изменения управления сервосистемой. • Снижаются убытки вследствие остановки производственной линии.

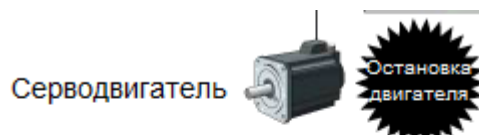
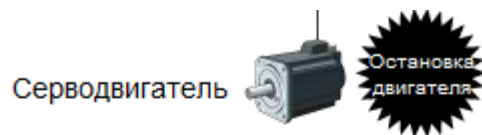
Устройства серии MR-J4 оснащены функциями обеспечения безопасности. Они также позволяют экономно расходовать электроэнергию, монтажное пространство и кабели.

6.1 Поддержка функций STO/SS1

Устройства серии MR-J4 по умолчанию поддерживают функции STO (Safe torque off) и SS1*1 (Safe stop 1), что позволяет с легкостью создавать систему безопасности оборудования. (Уровень полноты безопасности — SIL 2)

- Отсутствие необходимости перевода питания сервоусилителя в состояние OFF позволяет сократить время перезапуска.
- Кроме того, отсутствует необходимость повторного возврата в исходную точку. Не требуется магнитный контактор, предотвращающий непреднамеренный запуск двигателя.*2





- *1. Требуется защитное оборудование (модуль безопасности MR-J3-D05 и т.п.).
- *2. Функция STO не является функцией электрической защиты, она отключает крутящий момент путем выключения электропитания внутри сервоусилителя. Для обеспечения работы функции STO сервоусилителям серии MR-J4 не требуются магнитные контакторы. Тем не менее, устанавливайте магнитный контактор для предотвращения короткого замыкания сервоусилителя или поражения электрическим током.

6.2

Использование с контроллером движения

Использование в комбинации с контроллером движения Q17nDSCPU обеспечивает следующие функции, определяемые стандартом IEC/EN 61800-5-2, как "функции систем силовых электроприводов".

Функция согласно IEC/EN 61800-5-2:2007

STO (Safe torque off)

ST1 (Safe stop 1)

ST2 (Safe stop 2)

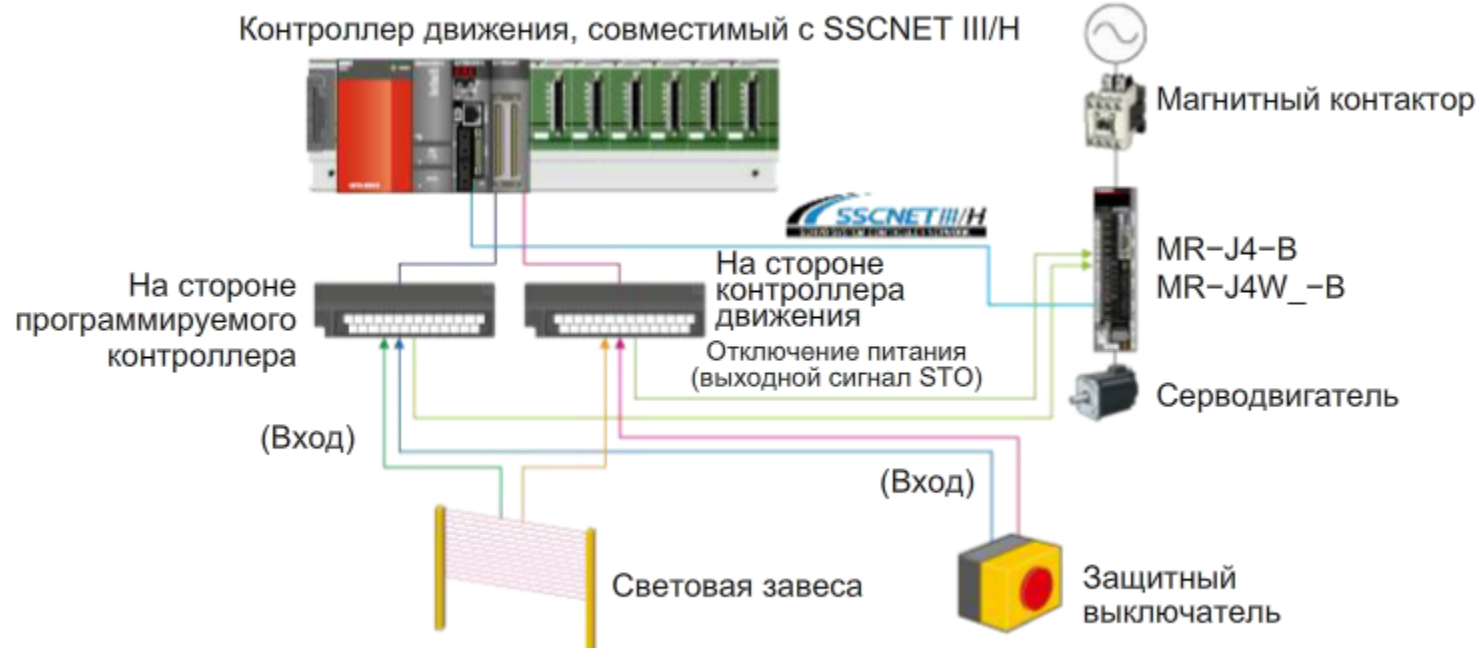
SOS (Safe operating stop)

SLS (Safely-limited speed)

SBC (Safe brake control)

SSM (Safe speed monitor)

Функция контроля сигнала безопасности



6.3 Многоосевой сервоусилитель

6.3.1 Многоосевой сервоусилитель — экономия пространства

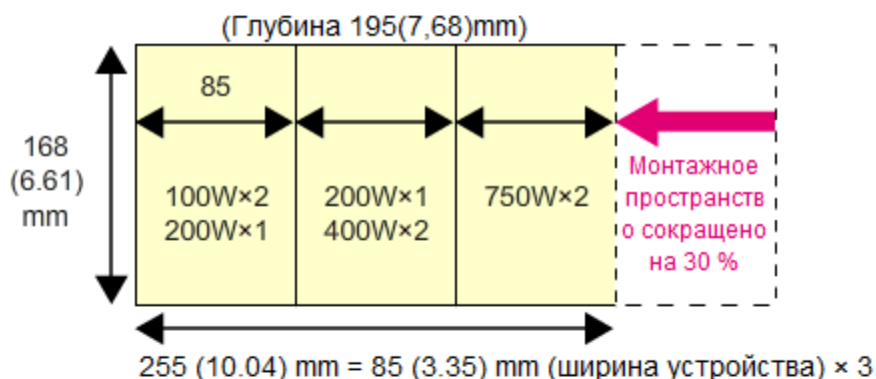
Экономии электроэнергии, компактности оборудования и снижения расходов можно достичь, используя 2-осевые или 3-осевые сервоусилители.

2-осевой сервоусилитель MR-J4W2-B занимает при установке на 26 % меньше места, чем два сервоусилителя MR-J4-B.

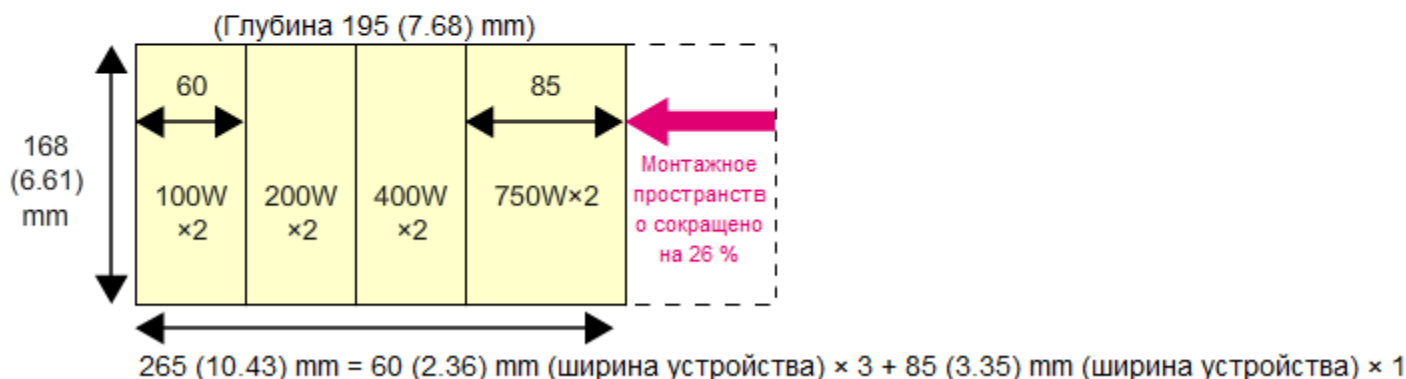
3-осевой сервоусилитель MR-J4W3-B занимает при установке на 30 % меньше места, чем три сервоусилителя MR-J4-B.

[Монтажное пространство]

MR-J4W3-B
(3-осевой)



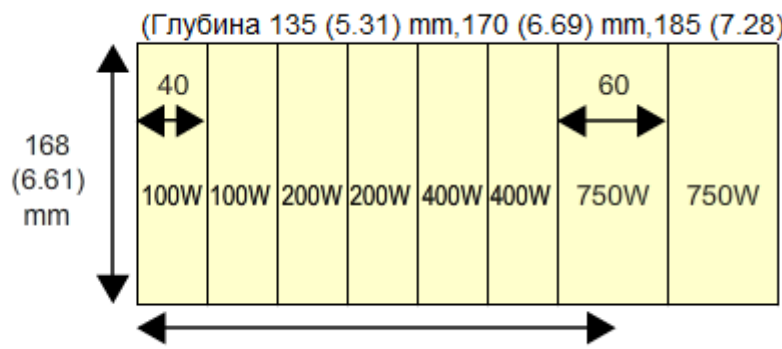
MR-J4W2-B
(2-осевой)



6.3

Многоосевой сервоусилитель

MR-J4-B



Единицы измерения:
мм (дюймы)

$$360 (14.17) \text{ mm} = 40 (1.57) \text{ mm (ширина устройства)} \times 6 + 60 (2.36) \text{ mm (ширина устройства)} \times 2$$

6.3.2

Многоосевой сервоусилитель — экономия кабелей

В 3-осевом сервоусилителе MR-J4W3-B для трех осей используются общие соединения для электропитания главного контура и контура управления, периферийного оборудования, сигналов и т.д. Таким образом, существенно сокращается количество устройств и соединений.

Сравнение количества соединений

MR-J4-B × 3 устройства

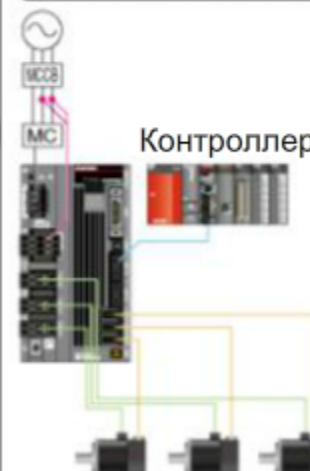


Количество соединений

SSCNET III/H	× 3 (количество устройств)
Электропитание главного контура	× 3 (количество устройств)
Электропитание контура управления	× 3 (количество устройств)
Соединение магнитного контактора	× 3 (количество устройств)
Управление магнитным контактором	× 3 (количество устройств)
Энкодер	× 3 (количество осей)
Питание электродвигателя	× 3 (количество осей)
Всего	21

Соединений меньше на 50 %

MR-J4W3-B (3-осевой) × 1 устройство



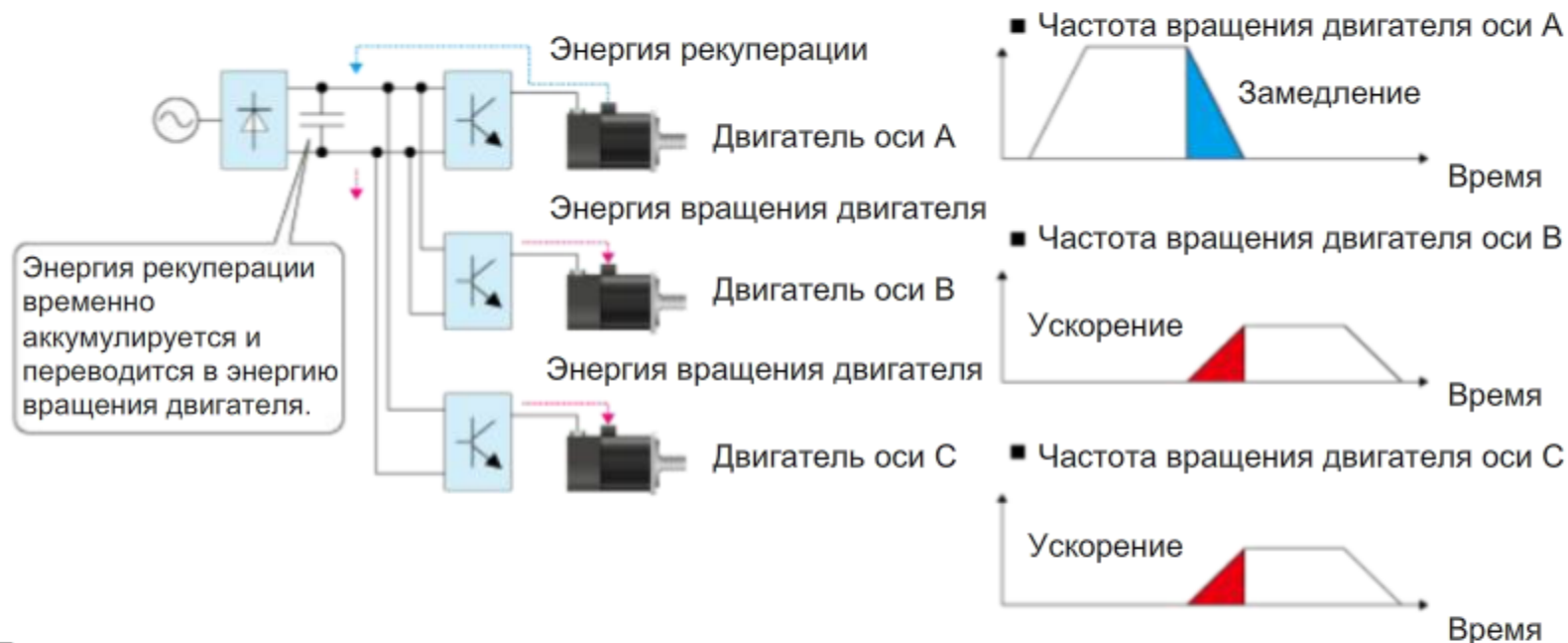
SSCNET III/H	× 1
Электропитание главного контура	× 1
Электропитание контура управления	× 1
Соединение магнитного контактора	× 1
Управление магнитным контактором	× 1
Энкодер	× 3
Питание электродвигателя	× 3
Всего	11

6.3.3

Многоосевой сервоусилитель — улучшенное энергосбережение

Многоосевые сервоусилители способны использовать энергию рекуперации определенной оси для питания двигателей других осей, что способствует энергосбережению.

В конденсаторе модели MR-J4W_ аккумулируется большее количество повторно используемой энергии рекуперации, чем в предыдущей модели. Блок рекуперации больше не нужен.



Повторно используемая энергия

	MR-J4W3	MR-J3
200 W	21 J	9 J
400 W	30 J	11 J

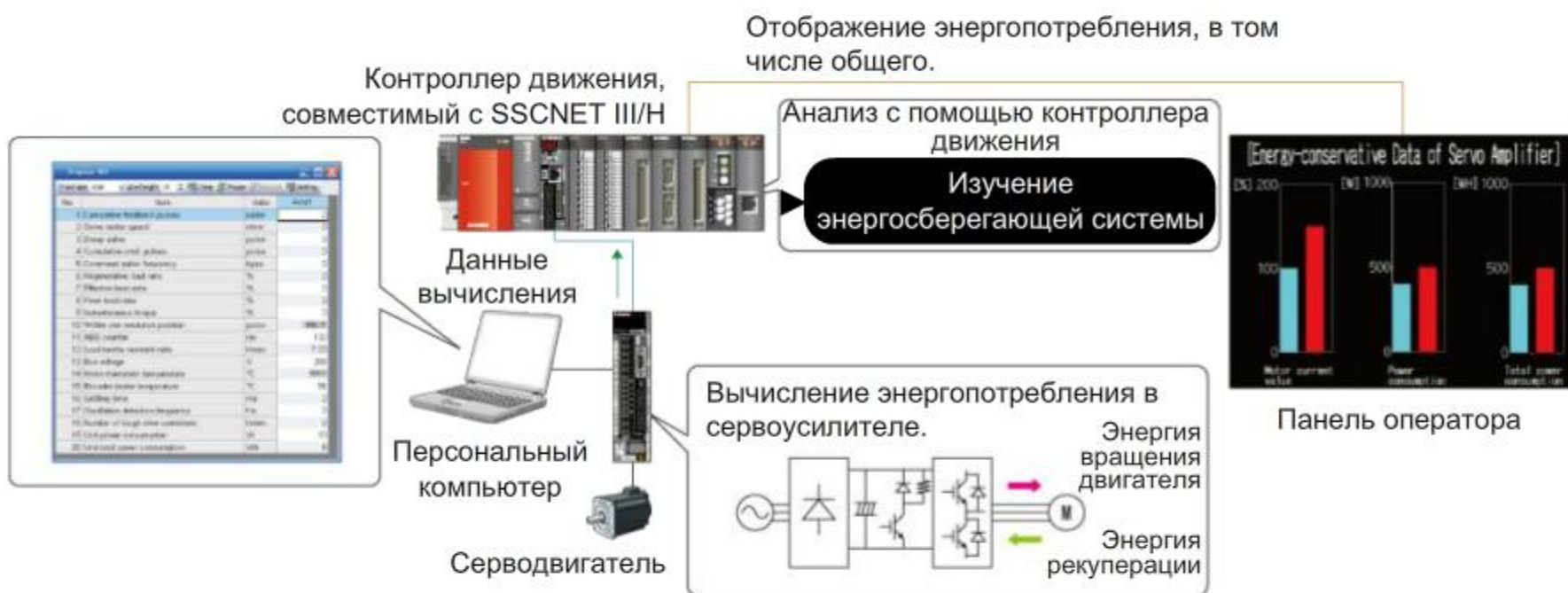
В некоторых случаях может понадобиться тормозной резистор.

6.4

Мониторинг энергии

Реализованная в устройствах серии MR-J4 функция мониторинга энергии вычисляет энергию вращения двигателя, исходя из частоты вращения, тока и других внутренних данных сервоусилителя. Мониторинг энергопотребления и других параметров выполняется в приложении MR Configurator2.

В системе SSCNET III/H контроллеру движения отправляются данные для анализа энергопотребления или его отображения на панели оператора.



Ниже приведен список тем, изученных в данной главе.

- Поддержка функций STO/SS1
- Многоосевой сервоусилитель
- Мониторинг энергии

Совет

Приведенные сведения очень важны, поэтому просмотрите их еще раз и убедитесь, что они усвоены.

Поддержка функций STO/SS1	<ul style="list-style-type: none">• По умолчанию поддерживаются функции, определяемые стандартом IEC/EN 61800-5-2.• Уровень безопасности повышается при использовании в комбинации с контроллером движения.
Многоосевой сервоусилитель	<ul style="list-style-type: none">• 3-осевому сервоусилителю MR-J4W3-B требуется на 30% меньше монтажного пространства и, приблизительно, на 50% меньше соединений по сравнению с тремя 1-осевыми сервоусилителями.• Энергия рекуперации используется для повышения энергосбережения оборудования.
Мониторинг энергии	<ul style="list-style-type: none">• Присутствующая по умолчанию функция мониторинга энергии вычисляет энергию вращения двигателя и энергию рекуперации, исходя из частоты вращения, тока и других внутренних данных сервоусилителя, что позволяет анализировать энергопотребление или просматривать эти данные на панели оператора.

ТЕСТ ИТОГОВЫЙ ТЕСТ

Вы завершили все уроки курса **СЕРВОСИСТЕМЫ MELSERVO СЕРИИ MR-J4: ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ** и готовы пройти итоговый тест.

Если вам непонятны какие-либо из охваченных тем, просмотрите их повторно.

В этом итоговом тесте всего 5 вопросов (13 ответов).

Проходить итоговый тест можно столько раз, сколько потребуется.

Набор баллов

Выбрав ответ, обязательно нажмите на кнопку **Ответить**. Если продолжить, не нажав на кнопку "Ответить", ответ не будет засчитан. (Расценивается, как отсутствие ответа на вопрос.)

Итоговое количество баллов

На странице итогов отображаются количество правильных ответов, количество вопросов, процент правильных ответов и результат теста: пройден/не пройден.

Правильных ответов: 5

Всего вопросов: 5

Процент: 100%

Для прохождения теста необходимо правильно ответить на **60%** вопросов.

Продолжить

Просмотреть

- Нажмите на кнопку **Продолжить**, чтобы завершить тест.
- Нажмите на кнопку **Просмотреть**, чтобы просмотреть тест. (Проверка правильных ответов)
- Нажмите на кнопку **Повторить**, чтобы пройти тест повторно.

Из следующих вариантов выберите систему, способную определять положение и частоту вращения, хранить соответствующие данные в памяти во время отключения электропитания и возобновлять работу без выполнения возврата в исходное положение, если это положение было выставлено в начале работы.

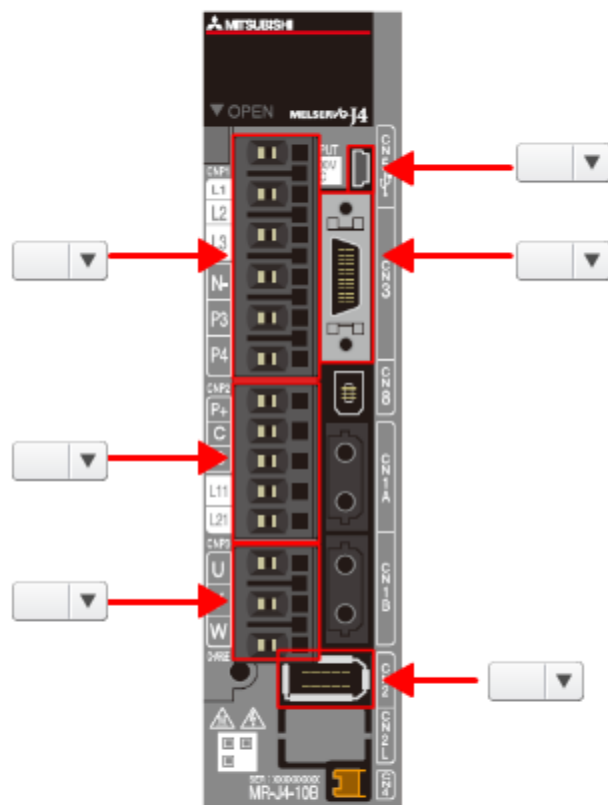
- Система определения абсолютного положения
- Инкрементная система

ТЕСТ

ИТОГОВЫЙ ТЕСТ: ЧАСТЬ 2



Выберите правильные названия компонентов сервоусилителя, показанного ниже.



Ответить

Назад

Выбираемые названия

1. Коммуникационный разъем USB
2. Разъем энкодера
3. Разъем электропитания главного контура
4. Разъем электропитания серводвигателя
5. Разъем сигналов ввода/вывода
6. Разъем электропитания контура управления

Выберите предложение, которое правильно описывает установку батареи для системы определения абсолютного положения.

При установке батареи для системы определения абсолютного положения приведите электропитание главного контура в указанное состояние.

01

--Select--

Затем через 15 минут убедитесь, что индикатор заряда погашен, и измерьте тестером или другим прибором напряжение между контактами Р (+) и N (-).

02

--Select--

Ответить

Назад

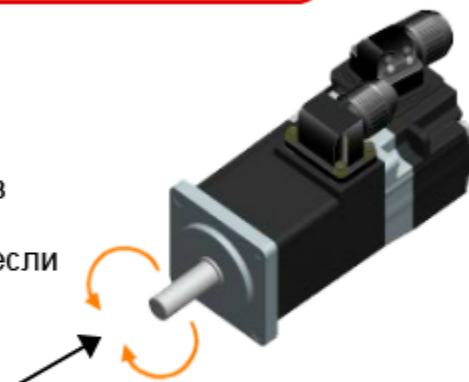
Ответьте на приведенные ниже вопросы относительно работы сервосистемы.

- Проверьте работу сервосистемы (прямое/обратное вращение серводвигателя) в "Толчковом режиме".
При прямом вращении серводвигателя в какую сторону происходит вращение, если смотреть на серводвигатель со стороны его вала?

01

- Пока не подтвердится нормальная работа двигателя, какую частоту вращения следует устанавливать вначале?

02



Ответить

Назад

Ответьте на приведенные ниже вопросы относительно регулировки одним нажатием в приложении MR Configurator2.

- Выберите режим отклика, подходящий для оборудования с высокой жесткостью машины.

01 --Select-- ▾

- Pilih modus operasi Uji tidak mendukung penyesuaian sekali sentuh.

02 --Select-- ▾

Ответить

Назад

ТЕСТ**РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТА**

Вы закончили прохождение итогового теста. Ниже указаны результаты теста.
Для завершения итогового теста перейдите к следующей странице.

Правильных ответов: **5**

Всего вопросов: **5**

Процент: **100%**

Продолжить

Просмотреть

Вы не прошли тест.

Вы завершили изучение курса **“СЕРВОСИСТЕМЫ MELSERVO СЕРИИ MR-J4: ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ”**.

Благодарим вас за прохождение этого курса.

Надеемся, что используя в полной мере полученные в этом курсе знания и углубив их при изучении руководств к устройствам, вы будете создавать лучшие системы.

Просматривайте этот курс столько, сколько потребуется, чтобы освежить знания.

До встречи.

Просмотреть

Закреть