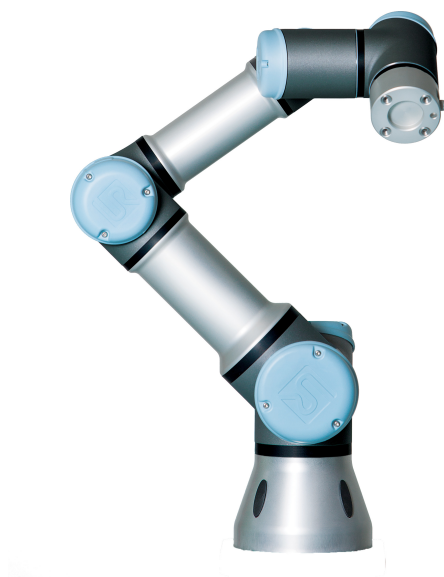




UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots



UR3/CB3

Перевод оригинальных инструкций (ru)



UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots

UR3/CB3

Версия 3.7.0

Перевод оригинальных инструкций (ru)

Информация, содержащаяся в настоящем документе, является собственностью Universal Robots A/S и не может воспроизводиться полностью или частично без предварительного письменного разрешения компании Universal Robots A/S. Содержащаяся здесь информация может изменяться без уведомления и не должна рассматриваться как обязательство со стороны Universal Robots A/S. Данное руководство периодически пересматривается и изменяется.

Компания Universal Robots A/S не несет ответственность за любые ошибки или опущения в данном документе.

Авторское право © 2009–2018 Universal Robots A/S

Логотип Universal Robots является зарегистрированным товарным знаком Universal Robots A/S.

Contents

Введение	ix
Содержимое комплекта поставки	ix
Важное примечание о безопасности	x
Порядок использования настоящего руководства	x
Источники дополнительной информации	x
URCaps	x
 I Руководство по установке оборудования	 I-1
1 Безопасность	I-3
1.1 Введение	I-3
1.2 Действительность и ответственность	I-3
1.3 Ограничение ответственности	I-4
1.4 Знаки предупреждения в настоящем руководстве	I-4
1.5 Предостережения и предупреждения общего характера	I-5
1.6 Предусмотренное применение	I-8
1.7 Оценка риска	I-8
1.8 Аварийный останов	I-10
1.9 Перемещение с питанием приводов и без него	I-11
2 Функции и интерфейсы безопасности	I-13
2.1 Введение	I-13
2.2 Времена остановки системы безопасности	I-14
2.3 Ограничение функций, связанных с безопасностью	I-14
2.4 Режимы безопасности	I-16
2.5 Электрические интерфейсы безопасности	I-17
2.5.1 Электрические входы безопасности	I-17
2.5.2 Электрические выходы безопасности	I-19
3 Транспортировка	I-21
4 Механический интерфейс	I-23
4.1 Введение	I-23
4.2 Рабочая зона робота	I-23
4.3 Монтаж	I-23
4.4 Максимальная разрешенная полезная нагрузка	I-27
5 Электрический интерфейс	I-29
5.1 Введение	I-29
5.2 Электрические предостережения и предупреждения	I-29
5.3 Входы и выходы контроллера	I-32
5.3.1 Общие требования ко всем цифровым входам/выходам	I-33

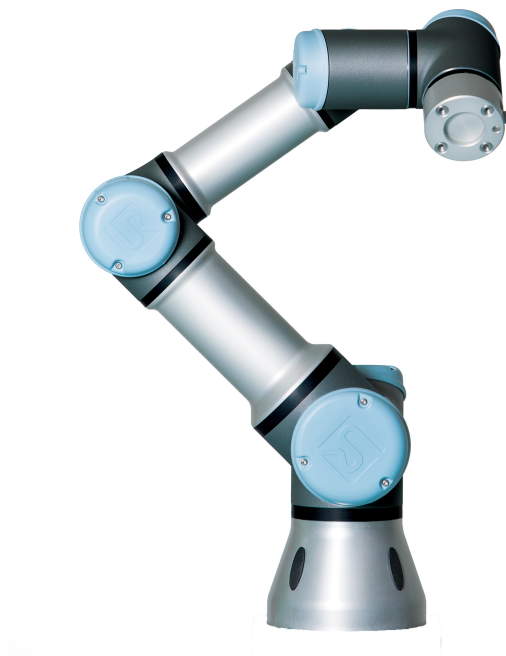
5.3.2	Входы и выходы системы безопасности	I-34
5.3.3	Цифровые входы/выходы общего назначения	I-38
5.3.4	Цифровой вход с подключением кнопки	I-39
5.3.5	Обмен данными с другими устройствами или ПЛК	I-39
5.3.6	Аналоговые входы/выходы общего назначения	I-40
5.3.7	Удаленное включение и отключение	I-41
5.4	Входы и выходы инструмента	I-42
5.4.1	Цифровые выходы инструмента	I-44
5.4.2	Цифровые входы инструмента	I-44
5.4.3	Аналоговые входы инструмента	I-45
5.5	Ethernet	I-46
5.6	Подключение к электрической сети	I-46
5.7	Подключение робота	I-48
6	Обслуживание и ремонт	I-49
6.1	Инструкции по безопасности	I-49
7	Утилизация и окружающая среда	I-51
8	Сертификаты	I-53
8.1	Сторонняя сертификация	I-53
8.2	Сторонняя сертификация поставщика	I-54
8.3	Сертификат испытаний, проведенных изготовителем	I-54
8.4	Декларации в соответствии с директивами ЕС	I-54
9	Гарантии	I-55
9.1	Гарантия на изделие	I-55
9.2	Отказ от ответственности	I-55
A	Время и расстояние остановки	I-57
A.1	Время и расстояния остановов категории 0	I-57
B	Декларации и сертификаты	I-59
B.1	CE/EU Declaration of Incorporation (original)	I-59
B.2	Декларация CE/EU о соответствии компонентов (перевод оригинала)	I-59
B.3	Сертификат системы безопасности	I-61
B.4	China RoHS	I-62
B.5	Сертификат климатических испытаний	I-63
B.6	Сертификат испытаний на ЭМС	I-64
B.7	Сертификат испытаний в условиях чистых помещений	I-65
C	Применимые стандарты	I-67
D	Технические характеристики	I-75
E	Таблицы функций безопасности	I-77
E.1	Таблица 1	I-77
E.2	Таблица 2	I-80

II	Руководство PolyScope	II-1
10	Конфигурация безопасности	II-3
10.1	Введение	II-3
10.2	Изменение конфигурации безопасности	II-5
10.3	Синхронизация и ошибки конфигурации безопасности	II-5
10.4	Отклонения	II-6
10.5	Контрольная сумма безопасности	II-7
10.6	Режимы безопасности	II-7
10.7	Режим свободного привода	II-7
10.7.1	Обратный проход	II-8
10.8	Защита паролем	II-8
10.9	Применить	II-8
10.10	Общие пределы	II-9
10.11	Пределы для сочленения	II-12
10.12	Границы	II-13
10.12.1	Выбор границы для настройки	II-14
10.12.2	Трехмерная визуализация	II-14
10.12.3	Конфигурация плоскости безопасности	II-15
10.12.4	Конфигурация границы инструмента	II-18
10.13	Входы и выходы системы безопасности	II-20
10.13.1	Входные сигналы	II-20
10.13.2	Выходные сигналы	II-22
11	Начинается программирование	II-25
11.1	Введение	II-25
11.2	Начало работы	II-26
11.2.1	Установка манипулятора робота и блока управления	II-26
11.2.2	Включение и выключение блока управления	II-26
11.2.3	Включение и выключение манипулятора робота	II-26
11.2.4	Быстрый запуск	II-27
11.2.5	Первая программа	II-27
11.3	Интерфейс программирования PolyScope	II-29
11.4	Экран приветствия	II-30
11.5	Экран инициализации	II-31
12	Экранные редакторы	II-35
12.1	Экранный редактор выражений	II-35
12.2	Меню изменения положения	II-35
13	Управление роботом	II-39
13.1	Вкладка «Переместить»	II-39
13.1.1	Робот	II-39
13.1.2	Положение деталей и инструмента	II-40
13.1.3	Перемещение инструмента	II-40
13.1.4	Перемещение сочленений	II-40
13.1.5	Свободный привод	II-40
13.2	Вкладка «Ввод-вывод»	II-41

13.3	Входы-выходы клиента MODBUS	II-42
13.4	Вкладка «Автоперемещение»	II-43
13.5	Установка → Загрузить/сохранить	II-44
13.6	Установка → Конфигурация ЦТИ	II-45
13.6.1	Добавление, изменение и удаление ЦТИ	II-46
13.6.2	ЦТИ по умолчанию и активная	II-46
13.6.3	Обучение положению ЦТИ	II-46
13.6.4	Обучение ориентации ЦТИ	II-47
13.6.5	Полезная нагрузка	II-47
13.6.6	Центр тяжести	II-48
13.7	Установка → Монтаж	II-48
13.8	Установка → Настройка ввода-вывода	II-49
13.8.1	Тип сигнала ввода-вывода	II-50
13.8.2	Назначение пользовательских имен	II-50
13.8.3	Входные/выходные действия и управление на вкладке Ввод-вывод	II-50
13.9	Установка → Безопасность	II-51
13.10	Установочные → переменные	II-51
13.11	Установка → Настройка ввода-вывода MODBUS	II-52
13.12	Установка → Детали	II-56
13.12.1	Использование функции	II-57
13.12.2	Новая точка	II-58
13.12.3	Новая линия	II-58
13.12.4	Плоскость	II-59
13.12.5	Пример: Ручное обновление детали для настройки программы	II-60
13.12.6	Пример: Динамическое обновление положения детали	II-61
13.13	Настройка отслеживания конвейера	II-62
13.14	Плавный переход между режимами безопасности	II-63
13.15	Установка → Программа по умолчанию	II-64
13.16	Вкладка «Журнал»	II-66
13.16.1	Сохранение отчетов об ошибках	II-66
13.17	Экран загрузки	II-67
13.18	Вкладка «Выполнить»	II-69
14	Программирование	II-71
14.1	Новая программа	II-71
14.2	Вкладка «Программа»	II-72
14.2.1	Дерево программ	II-72
14.2.2	Индикация выполнения программы	II-73
14.2.3	Кнопка Поиск	II-73
14.2.4	Кнопки отмены/повтора команды	II-74
14.2.5	Программная панель инструментов	II-74
14.3	Переменные	II-75
14.4	Команда: Пустое	II-75
14.5	Команда: Перемещение	II-76
14.6	Команда: Фиксированная контрольная точка	II-79
14.7	Команда: Относительная контрольная точка	II-85
14.8	Команда: Переменная контрольная точка:	II-86

14.9 Команда: Ожидание	II-87
14.10 Команда: Установить	II-87
14.11 Команда: Всплывающее окно	II-88
14.12 Команда: Останов	II-89
14.13 Команда: Комментарий	II-89
14.14 Команда: Папка	II-90
14.15 Команда: Цикл	II-91
14.16 Команда: Подпрограмма	II-92
14.17 Команда: Назначение	II-93
14.18 Команда: Если	II-94
14.19 Команда: Сценарий	II-95
14.20 Команда: Событие	II-96
14.21 Команда: Поток	II-97
14.22 Команда: Переключатель	II-98
14.22.1 Таймер	II-99
14.23 Команда: Шаблон	II-99
14.24 Команда: Усилие	II-101
14.25 Команда: Платформа	II-104
14.26 Команда: Поиск	II-105
14.27 Команда: Отслеживание конвейера	II-109
14.28 Команда: Скрыть	II-109
14.29 Вкладка «Графика»	II-109
14.30 Вкладка «Структура»	II-110
14.31 Вкладка «Переменные»	II-111
14.32 Команда: Инициализация переменных	II-112
15 Экран настройки	II-113
15.1 Язык и единицы измерения	II-114
15.2 Обновить робота	II-115
15.3 Установка пароля	II-116
15.4 Калибровка экрана	II-117
15.5 Настройка сети	II-118
15.6 Установка времени	II-118
15.7 Установка URCaps	II-119
Глоссарий	II-121
Алфавитный указатель	II-123

Введение



Поздравляем с приобретением нового робота Universal Robots , UR3.

Робот можно запрограммировать для перемещения инструмента и связи с другими машинами посредством электрических сигналов. Робот представляет собой манипулятор, состоящий из штампованных алюминиевых трубок и сочленений. С помощью нашего патентованного интерфейса для программирования PolyScope можно легко запрограммировать робота для перемещения инструмента по заданной траектории.

Содержимое комплекта поставки

При заказе робота вы получаете две коробки. В одной находится манипулятор робота, в другой:

- блок управления и подвесной пульт обучения
- кронштейн для установки блока управления
- кронштейн для установки подвесного пульта обучения
- ключ для открытия блока управления
- сетевой кабель или кабель питания, совместимый с вашим регионом
- сенсорное перо с лазером
- настоящее руководство

Важное примечание о безопасности

Робот представляет собой частично укомплектованное оборудование (см. 8.4), поэтому для каждой установки робота требуется провести оценку безопасности. Необходимо соблюдать все инструкции по безопасности, приведенные в разделе 1.

Порядок использования настоящего руководства

Настоящее руководство содержит указания по установке и программированию робота. Руководство разделено на две части:

Руководство по установке оборудования: Механическая и электрическая установка робота.

Руководство PolyScore: Программирование робота.

Настоящее руководство предназначено для интегратора, обладающего базовыми знаниями в области механики и электрооборудования, а также знакомому с элементарными основами программирования.

Источники дополнительной информации

На сайте поддержки (<http://www.universal-robots.com/support>) можно найти:

- версии настоящего руководства на других языках
- Руководство PolyScore
- Руководство по обслуживанию с указаниями по поиску и устранению неполадок, обслуживанию и ремонту
- Руководство по сценариям для опытных пользователей

URCaps

Веб-сайт URCaps (<http://www.universal-robots.com/plus/>) представляет собой интернет-салон, в котором предложена передовая продукция для конфигурации применения робота UR. В одном месте можно найти все, что может вам понадобиться — от концевых исполнительных органов и принадлежностей до камер и программного обеспечения. Вся продукция проверена и одобрена для интеграции с роботами UR, и обеспечивает простую настройку, надежную работу, удобную эксплуатацию и простоту программирования. Вы также можете воспользоваться сайтом, чтобы стать частью программы разработчиков URCaps, и получить доступ к нашей новой платформе программного обеспечения, которая позволяет создавать более удобные для пользователя продукты для роботов UR.

Part I

Руководство по установке оборудования

1 Безопасность

1.1 Введение

В данной главе содержится важная информация по безопасности, которую должен прочитать и понять сборщик роботов UR, прежде чем робот будет включен в первый раз.

Первые два подраздела в этой главе содержат общую информацию. В последующие подразделы включены специфические инженерные данные, позволяющие настроить и запрограммировать робота. В главе 2 описываются и определяются связанные с безопасностью функции, чрезвычайно важные для совместных приложений.

Инструкции и указания, приведенные в главе 2 и в разделе 1.7, особенно важны.

Очень важно соблюдать все указания и принципы сборки, которые содержатся в других главах и частях настоящего руководства.

Особое внимание следует уделить информации, отмеченной знаками предупреждений.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Universal Robots не несет ответственности в случае каких-либо повреждений, изменений или модификаций робота (блока управления манипулятором и/или подвесного пульта обучения).

Universal Robots не несет ответственности за любой ущерб, причиненный роботу или другому оборудованию, вызванный ошибками программирования или неполадками робота.

1.2 Действительность и ответственность

Информация в настоящем руководстве не содержит сведений о проектировании, установке и эксплуатации полного решения робота и не содержит информации обо всем периферийном оборудовании, влияющим на безопасность полной системы. Проектирование и установка полной системы должны быть выполнены в соответствии с требованиями безопасности стандартов и нормативно-правовых актов страны установки робота.

Сборщики роботов UR несут ответственность за соблюдение всех применимых законов и нормативно-правовых актов по безопасности соответствующей страны и устранение каких-либо значительных угроз полного решения робота.

Они включают в себя без ограничений:

- проведение оценки риска для всей системы робота;
- установка связи с другими устройствами и дополнительными предохранительными устройствами, необходимость которых определена при оценке риска;
- установка надлежащих параметров безопасности в программном обеспечении;
- запрет изменения пользователем мер безопасности;
- проверка корректности проектирования и установки полной системы робота;

- разработка инструкций по эксплуатации;
- установка робота с наличием соответствующих знаков и контактной информации сборщика;
- комплект всей технической документации; в том числе оценка риска и данное руководство.

1.3 Ограничение ответственности

Любая информация о безопасности в настоящем руководстве не должна рассматриваться в качестве гарантии UR, что промышленный манипулятор не нанесет травмы или не причинит ущерба даже при соблюдении всех инструкций по безопасности.

1.4 Знаки предупреждения в настоящем руководстве

Символы ниже обозначают уровни опасности, используемые в настоящем руководстве. Такие же предупреждающие знаки используются на продукте.



ОПАСНОСТЬ:

Данный знак обозначает неминуемо опасную ситуацию, связанную с электричеством, которая может привести к смерти или серьезным травмам в случае ее сохранения.



ОПАСНОСТЬ:

Данный знак обозначает неминуемо опасную ситуацию, которая может привести к смерти или серьезным травмам в случае ее сохранения.



ВНИМАНИЕ:

Данный знак обозначает потенциально опасную ситуацию, связанную с электричеством, которая может привести к смерти или серьезному повреждению оборудования в случае ее сохранения.



ВНИМАНИЕ:

Данный знак обозначает потенциально опасную ситуацию, которая может привести к смерти или серьезному повреждению оборудования в случае ее сохранения.



ВНИМАНИЕ:

Данный знак обозначает потенциально опасную горячую поверхность, касание которой может привести к травме.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**

Данный знак обозначает ситуацию, которая может привести к повреждению оборудования в случае ее сохранения.

1.5 Предостережения и предупреждения общего характера

В данном разделе приведены некоторые предостережения и предупреждения общего характера, которые повторно приведены или разъяснены в различных местах данного руководства. В данном руководстве также содержатся прочие предостережения и предупреждения.

**ОПАСНОСТЬ:**

Робот и все электрическое оборудование должны быть установлены в соответствии с требованиями и предупреждениями, приведенными в главах 4 и 5.


ВНИМАНИЕ:

1. Убедитесь, что манипулятор робота и инструмент/концевой исполнительный орган надежно и безопасно закреплены.
2. Убедитесь в наличии достаточного места для свободной работы манипулятора робота.
3. Убедитесь, что меры безопасности и/или параметры конфигурации безопасности робота были установлены для защиты программистов, операторов и сторонних наблюдателей, как определено в оценке риска.
4. Запрещается носить свободную одежду или ювелирные изделия при работе с роботом. Убедитесь в том, что длинные волосы собраны назад при работе с роботом.
5. Запрещается использовать поврежденного робота. Например, если крышки сочленений ослабли, сломаны или сняты.
6. При поступлении сообщения от программного обеспечения об ошибке необходимо сразу же нажать аварийный останов, записать условия, вызвавшие ошибку, найти соответствующие коды ошибок в экране журнала и обратиться к поставщику.
7. Запрещается подключать предохранительные устройства к стандартным входам/выходам. Разрешается использование только входы/выходы безопасности.
8. Убедитесь в использовании корректных параметров монтажа (например, угол монтажа робота, масса в ЦТИ, смещение ЦТИ, конфигурация безопасности). Выполняйте загрузку установочного файла вместе с программой.
9. Функция свободного привода (Соппротивление/Обратный проход) должна использоваться только при наличии соответствующей возможности в результате проведения оценки риска. Инструмент/концевые исполнительные органы или препятствия не должны иметь острых граней или зон защемления.
10. Необходимо предупредить всех людей, чтобы их головы и лица находились вне зоны досягаемости робота, который работает или готовится к началу работы.
11. Остерегайтесь перемещения робота при использовании подвесного пульта обучения.
12. Если в ходе оценки рисков определена зона безопасности робота, запрещается входить внутрь нее или касаться робота при работе системы.

13. В результате столкновения будут высвобождены высокие уровни кинетической энергии, значительно возрастающие на высоких скоростях и при больших нагрузках. (Кинетическая энергия = $\frac{1}{2}$ масса · скорость²)
14. Сочетание различных устройств может увеличивать уровень опасностей или создавать новые опасности. Требуется всегда проводить оценку риска всей системы. В зависимости от оценки риска могут применяться различные уровни функциональной безопасности; в случае необходимости обеспечения различных уровней производительности в части безопасности и аварийного останова следует выбирать наибольшее значение уровня производительности. Следует всегда знакомиться с руководствами каждой единицы оборудования в системе.
15. Запрещается вносить изменения в робота. Любые изменения могут привести к появлению опасностей, не предусмотренных сборщиком. Все разрешенные повторные сборки должны проводиться в соответствии с последними редакциями соответствующих руководств по обслуживанию.
16. В случае приобретения робота с дополнительным блоком (например, интерфейсом euromar67) обратитесь к соответствующему руководству для получения информации о таком блоке.

**ВНИМАНИЕ:**

1. Робот и его блок управления нагреваются во время работы. Запрещается выполнять работы или касаться робота в процессе работы или сразу же после завершения работы, так как длительный контакт может вызвать дискомфорт. Для охлаждения робота отключите его питание и подождите один час.
2. Запрещается касаться компонентов, расположенных за внутренним кожухом блока управления.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

1. В случае сочетания или совместной работы робота с другими устройствами, имеющими возможность повредить робота, настоятельно рекомендуется выполнить проверку всех функций и программы робота отдельно. Также рекомендуется выполнять проверку программы робота с использованием временных контрольных точек, расположенных вне рабочей зоны других устройств.
2. Запрещается подвергать робота постоянному воздействию магнитных полей. Очень сильные магнитные поля могут повредить робота.

1.6 Предусмотренное применение

Роботы UR являются промышленными роботами и предназначены для работы с инструментами/концевыми исполнительными органами или неподвижным оборудованием или для обработки или перемещения компонентов или продуктов. Подробные сведения об условиях окружающей среды для работы робота приведены в приложениях В и D.

Роботы UR снабжены особыми функциями безопасности, созданными с целью обеспечения совместной работы и возможностью работы робота без наличия ограждений совместно с человеком.

Совместная работа возможна только в неопасных случаях, в которых весь рабочий процесс, включая инструмент/концевой исполнительный орган, заготовку, препятствия и прочее оборудование не представляет значительных угроз по результатам оценки риска конкретного решения.

Любое использование или применение, которое является отклонением от предусмотренного применения, считается недопустимым использованием. Они включают в себя без ограничений:

- использование в потенциально взрывоопасных условиях;
- использование в медицинских и жизненно важных целях;
- использование перед выполнением оценки риска;
- использование вне пределов заявленных спецификаций;
- использование в качестве вспомогательного средства для подъема;
- эксплуатация вне разрешенных значений рабочих параметров.

1.7 Оценка риска

Одной из самых важных обязанностей интегратора является проведение оценки риска. Во многих странах это является законодательным требованием. Робот представляет собой частично укомплектованное оборудование, поскольку безопасность установки робота зависит от способа его интеграции (например, наличие инструмента/концевого исполнительного органа, препятствий и иных устройств).

Сборщику рекомендуется воспользоваться ISO 12100 и ISO 10218-2 для проведения оценки риска. Кроме того сборщик может использовать технические характеристики ISO/TS 15066 как дополнительное руководство.

При оценке риска, проводимой сборщиком, должны быть рассмотрены все рабочие задачи на протяжении всего времени срока службы программного приложения робота, включая, помимо прочего:

- обучение робота во время настройки роботизированной установки и подготовки ее к работе;
- поиск и устранение неисправностей;
- нормальная работа установленного робота.

Перед включением манипулятора робота в первый раз должна проводиться оценка рисков. Часть оценки рисков, проведенной сборщиком, предназначена для надлежащих настроек конфигурации безопасности, а также необходимости для дополнительных кнопок аварийного останова и/или других защитных мер, необходимых для выполнения конкретного программного приложения робота.

Определение правильных параметров конфигурации безопасности является особенно важной частью при подготовке к работе совместных программных приложений робота. Подробные сведения см. в главе 2 и части II.

Некоторые функции, связанные с безопасностью, специально разработаны для совместных программных приложений робота. Эти функции настраиваются, хотя параметры конфигурации безопасности имеют особенно важное значение для устранения конкретных рисков при оценке рисков, проводимых сборщиком:

- Ограничение усилий и мощности: Используется для уменьшения зажимных сил и давлений, оказываемых роботом в направлении движения в случае столкновений между роботом и оператором.
- Ограничение момента: Используется для сокращения высокой переходной энергии и ударных сил между роботом и оператором путем уменьшения скорости робота.
- Ограничение положения ЦТИ и инструмента/концевого исполнительного органа: Особенно используются для уменьшения рисков, связанных с определенными частями тела. Например, во избежание движений по направлению к голове и шее.
- Ограничение ориентации ЦТИ и инструмента/концевого исполнительного органа: В частности, используются для уменьшения рисков, связанных с определенными зонами и характеристиками инструмента/концевого исполнительного органа и заготовки. Например, во избежание острых краев, направленных в сторону к оператору.
- Ограничение скорости: Особенно используется для обеспечения низкой скорости манипулятора робота.

Сборщик системы должен предотвращать несанкционированный доступ к конфигурации безопасности. Для этого следует использовать, например, защиту паролем.

Необходимо провести оценку риска совместного программного приложения робота для контактов, которые являются преднамеренными и/или обусловлены обоснованно прогнозируемым недопустимым использованием. Эта оценка должна учитывать:

- степень серьезности отдельных потенциальных столкновений;

- вероятность возникновения отдельных потенциальных столкновений;
- возможность избежать отдельных потенциальных столкновений.

Если робот установлен в не совместном программном приложении робота, где опасности не могут быть в достаточной степени устранены или риски не могут быть достаточно уменьшены путем использования встроенных функций, связанных с безопасностью (например, при использовании опасного инструмента/концевого исполнительного органа), то оценка рисков, выполняемая сборщиком системы, должна включать необходимость добавления дополнительных мер защиты (например, использование устройства для защиты сборщика во время настройки и программирования).

Компания Universal Robots определяет список возможных значительных опасных ситуаций, приведенный далее, на которые должен обратить внимание сборщик.

Примечание: В каждой отдельной установке могут присутствовать и другие значительные опасные ситуации.

1. Защемление пальцев между соединителем кабеля и основанием манипулятора робота (сочленение 0).
2. Защемление пальцев между опорой и основанием робота (сочленение 0).
3. Защемление пальцев между запястьем 1 и запястьем 2 робота (сочленение 3 и сочленение 4).
4. Порезы кожи об острые края и острые концы инструмента/концевого исполнительного органа и разъема для инструмента/концевого исполнительного органа.
5. Порезы кожи об острые края и острые концы препятствий вблизи траектории перемещения робота.
6. Ушибы в результате контакта с роботом.
7. Растяжения и переломы в результате падения тяжелого груза при нахождении на твердой поверхности.
8. Последствия ненадежного закрепления болтов, удерживающих манипулятор или инструмент/концевой исполнительный орган робота.
9. Предметы, выпадающие из инструмента/концевого исполнительного органа, например, по причине недостаточного зажима или перебоев в питании.
10. Ошибки, вызванные различием кнопок аварийного останова на разных машинах.
11. Ошибки из-за несанкционированного изменения в параметрах конфигурации безопасности.

Сведения о времени и расстояниях останова приведены в главе 2 и приложении А.

1.8 Аварийный останов

Кнопка аварийного останова позволяет мгновенно остановить любое движение робота.

Примечание: Согласно стандартам IEC 60204-1 и ISO 13850, устройства аварийного останова не являются предохранительными. Они представляют собой дополнительные защитные меры и не предусмотрены для предотвращения травм.

Оценка риска системы робота должна содержать заключение о необходимости подключения дополнительных кнопок аварийного останова. Кнопки аварийного останова должны соответствовать требованиям стандарта IEC 60947-5-5 (см. раздел 5.3.2).

1.9 Перемещение с питанием приводов и без него

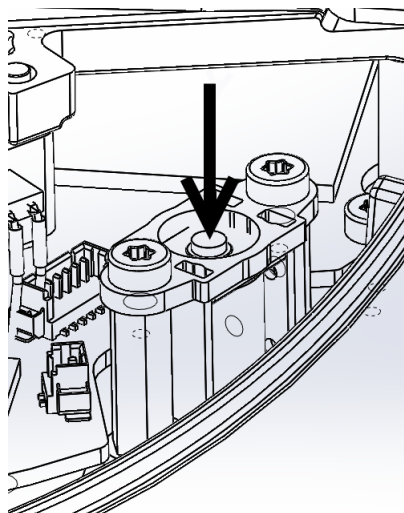
В редких случаях экстренных ситуаций, когда одно или несколько сочленений робота необходимо переместить и при этом подача питания на робота невозможна или нежелательна, существуют два способа принудительного перемещения сочленений робота: Примечание: В ситуации обслуживания, тормоз сочленений можно отпустить без подключения питания.

1. Принудительный обратный ход: Сдвинуть сочленение, толкнув или потянув на себя манипулятор робота. Тормоз каждого сочленения оснащен фрикционной муфтой, обеспечивающей движение при высоком крутящем моменте.
2. Отключить тормоз вручную (только для основания, плечевого и коленного сочленений): Снимите кожух сочленения, открутив винты М3, крепящие его. Отключите тормоз, надавив на плунжер небольшого электромагнита, как показано на следующем рисунке.



ВНИМАНИЕ:

1. Ручное перемещение манипулятора робота используется в экстренных случаях и может привести к повреждению сочленений.
2. В случае ручного отпускания тормоза, сила гравитации может вызвать падение манипулятора робота. Необходимо всегда поддерживать манипулятор робота, инструмент/концевой исполнительный орган и деталь при отпускании тормоза.



2 Функции и интерфейсы безопасности

2.1 Введение

Роботы UR оборудованы рядом встроенных функций безопасности и электрическими интерфейсами безопасности для подключения других устройств и дополнительных защитных устройств. Каждая функция и интерфейс безопасности постоянно контролируются согласно EN ISO13849-1:2008 (сертификаты см. в главе 8) и имеют следующие уровни производительности d (ПЛУ):



ОПАСНОСТЬ:

Использование параметров конфигурации безопасности, которые отличаются от параметров, определенных оценкой рисков, выполненной сборщиком системы, может привести к опасностям, которые неустранимы в достаточной степени, или к рискам, которые недостаточно снижены.

Конфигурацию функций, входов и выходов, связанных с безопасностью в пользовательском интерфейсе, смотрите в главе 10 в части II Порядок подключения предохранительных устройств к электрическому интерфейсу см. в главе 5.



ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Использование и настройка функций и интерфейсов, связанных с безопасностью, должны выполняться в соответствии с оценкой рисков, которую сборщик системы выполняет для определенного приложения робота, см. раздел 1.7 в главе 1.
2. В случае обнаружения роботом неисправности или нарушения в системе безопасности, например, в результате обрыва одного из проводов в цепи аварийного останова, неисправности датчика положения или нарушения предела связанной с безопасностью функции, происходит останов категории 0. Наихудшее значение времени от обнаружения ошибки до останова робота приведено в конце данной главы. Это время следует принять во внимание в рамках оценки риска, выполняемой сборщиком системы.

Робот снабжен рядом функций безопасности, которые могут использоваться для ограничения движения его сочленений и Центральной точки инструмента (ЦТИ). ЦТИ представляет собой центральную точку фланца подсоединения с добавлением смещения ЦТИ.

Ниже приведен список ограничивающих функций безопасности:

Ограничивающая функция безопасности	Описание
Положение сочленения	Мин. и макс. угловое положение сочленения
Скорость сочленения	Макс. угловая скорость сочленения
Положение ЦТИ	Плоскости в прямоугольной системе, ограничивающие положение ЦТИ робота
Скорость ЦТИ	Макс. скорость ЦТИ робота
Усилие ЦТИ	Макс. толкающее усилие ЦТИ робота
Момент	Макс. момент манипулятора робота
Мощность	Макс. прилагаемая мощность манипулятора робота

2.2 Времена остановки системы безопасности

Время остановки системы безопасности представляет собой время от возникновения сбоя или нарушения функции, связанной с безопасностью, до момента, когда робот переходит к полному останову и задействуются механические тормоза.

Должно учитываться максимальное время остановки в таблице, если безопасность применения связано со временем остановки робота. Например, из-за неисправности в результате остановки робота останавливается все заводская линия, то есть максимальные времена остановки должны быть рассмотрены, если определенные действия должны происходить сразу после остановки.

Измерения выполняются при следующей конфигурации робота:

- Вытяжение: 100% (манипулятор робота полностью вытянут в горизонтальной плоскости).
- Скорость: Ограничение скорости ЦТИ системы безопасности устанавливается на описанное ограничение.
- Полезная нагрузка: максимальная разрешенная полезная нагрузка для робота, приложенная к ЦТИ (3 кг).

Наихудшее значение времени для останова категории 0¹ в случае нарушения ограничений безопасности или интерфейсов приведено в следующей таблице.

Предел скорости ЦТИ	Максимальное время останова
1.0 m/s	400 ms
1.5 m/s	450 ms

2.3 Ограничение функций, связанных с безопасностью

В случае приближения манипулятора робота к пределу безопасности расширенное программное обеспечение управления путем снизит его скорость или запустит программу останова. Следовательно, нарушение пределов произойдет только в исключительных случаях. Но в случае нарушения предела система безопасности выполнит останов категории 0.

¹ Согласно IEC 60204-1; подробную информацию см. в глоссарии.

Ограничивающая функция безопасности	Правильность	Наихудший сценарий		
		Время обнаружения	Время отключения питания	Время реакции
Положение сочленения	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
Скорость сочленения	1.15 °/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Положение ЦТИ	20 mm	100 ms	1000 ms	1100 ms
Ориентация ЦТИ	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
Скорость ЦТИ	50 mm/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Усилие ЦТИ	25 N	250 ms	1000 ms	1250 ms
Момент	3 kg m/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Мощность	10 W	250 ms	1000 ms	1250 ms

Система считается обесточенной, когда значение напряжения 48 В шины достигает электрического потенциала менее 7,3 В. Время отключения питания — время, прошедшее от обнаружения события до обесточивания системы.

**ВНИМАНИЕ:**

Существуют два исключения в работе функции ограничения усилия, на которые следует обратить внимание при проектировании рабочей камеры робота. Они изображены на рисунке 2.1. В процессе вытяжения робота, эффект коленчатого сочленения может стать причиной образования больших усилий в радиальном направлении (от основания) при низкой скорости. Аналогичным образом, короткий рычаг манипулятора, в случае, когда инструмент расположен близко к основанию и перемещается по касательной (вокруг) основания, может стать причиной образования больших усилий при низкой скорости. Избежать рисков защемления возможно, к примеру, путем удаления препятствий из данных зон, изменением расположения робота или использованием сочетания плоскостей безопасности и пределов сочленений для устранения опасности, путем предотвращения перемещения робота в данную область его рабочей зоны.

**ВНИМАНИЕ:**

Если робот используется в ручных приложениях (с управлением рукой) с линейными перемещениями, совместное ограничение скорости должно быть установлено на макс. 40 градусов в секунду для базовых и плечевых сочленений, если оценка риска показывает, что скорости выше 40 градусов в секунду, являются приемлемыми. Это предотвратит быстрые перемещения локтя робота вблизи сингулярностей.

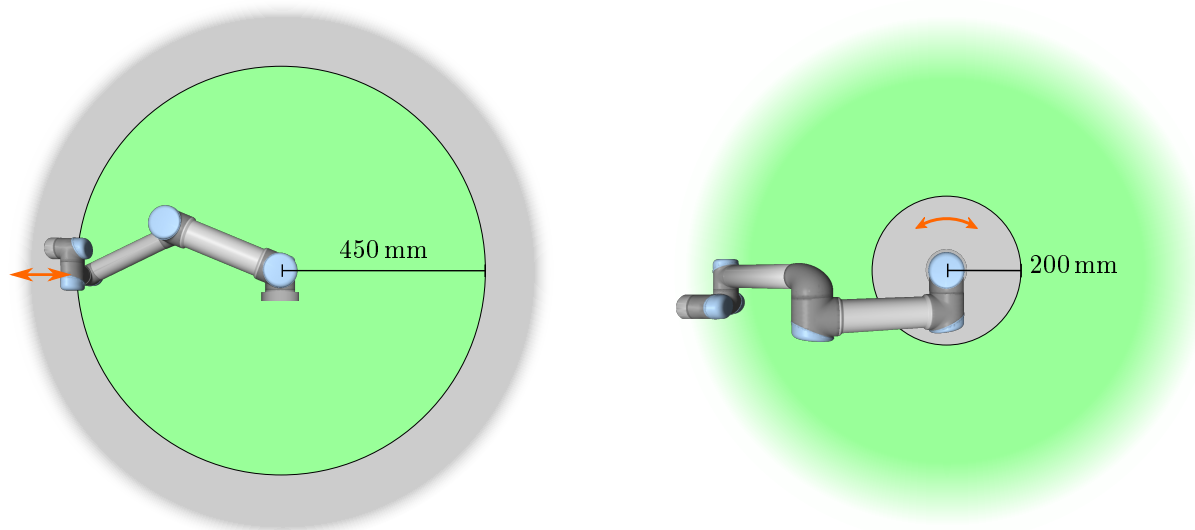


Figure 2.1: Определенным рабочим зонам должно быть уделено особое внимание в части угроз заземления, связанных с физическими свойствами манипулятора робота. Одна зона отведена под радиальные перемещения, при которых запястье 1 сочленения находится на расстоянии менее 450 мм от основания робота. Другая зона находится в пределах 200 мм от основания робота в случае перемещения по касательной.

2.4 Режимы безопасности

Нормальный и ограниченный режимы Система безопасности имеет два настраиваемых режима безопасности: Нормальный и Ограниченный режимы. Возможно выполнить настройку пределов безопасности для каждого из данных двух режимов. Ограниченный режим активен в случае расположения ЦТИ робота за пределами плоскости Ограниченного режима при срабатывании или в случае его активации настраиваемым входом. Ограниченный режим может быть задействован использованием плоскости или входа.

Использование плоскости для срабатывания ограниченного режима: Когда робот перемещается со стороны ограниченного режима плоскости срабатывания обратно на сторону обычного режима, возле плоскости срабатывания присутствует участок в 20 мм, где допускаются пределы как обычного, так и ограниченного режима. Это предотвращает кратковременное срабатывание режима безопасности, если робот находится рядом с пределом.

Использование входа для срабатывания ограниченного режима: Когда используется вход (для запуска или останова ограниченного режима), может пройти до 500 мс, пока не будут применены предельные значения нового режима. Это может произойти при переходе из ограниченного режима в обычный ИЛИ при переходе из обычного режима в ограниченный. Это позволяет роботу адаптировать, например, скорость к новым пределам безопасности.

Режим восстановления При нарушении предела безопасности необходимо выполнить перезапуск системы безопасности. Если в момент запуска система находится вне пределов безопасности (например, за пределами предела положения сочленения), выполняется переход в особый режим Восстановления. В режиме восстановления запуск программ робота не поддерживается, при этом возможно выполнение возврата манипулятора робота в диапазон пределов с помощью

режима Свободного привода или вкладки Перемещение в PolyScore (см. часть II ВкРуководство PolyScoreВн). Ниже приведены пределы безопасности в режиме Восстановления:

Ограничивающая функция безопасности	Предел
Скорость сочленения	30 °/s
Скорость ЦТИ	250 mm/s
Усилие ЦТИ	100 N
Момент	10 kg m/s
Мощность	80 W

В случае нарушения данных пределов система безопасности выполнит останов категории 0.



ВНИМАНИЕ:

Обратите внимание, что пределы для положения сочленения, положения ЦТИ и ориентации ЦТИ в режиме восстановления отключены. Необходимо соблюдать меры предосторожности при возврате манипулятора робота в диапазон пределов.

2.5 Электрические интерфейсы безопасности

Робот оборудован рядом электрических входов и выходов безопасности. Все электрические входы и выходы безопасности являются двухканальными. Они находятся в режиме безопасности при наличии низкого сигнала, то есть аварийный останов не активен при высоком сигнале (+24 В).

2.5.1 Электрические входы безопасности

В таблице ниже приведен обзор электрических входов безопасности.

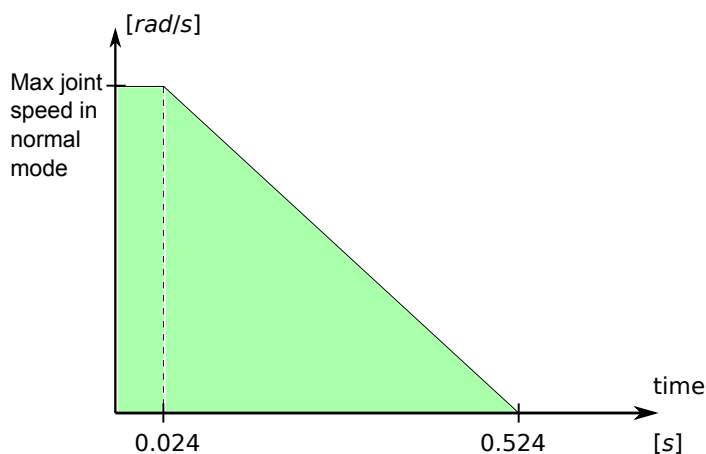


Figure 2.2: Зеленая область под уклоном является диапазоном разрешенных скоростей при торможении сочленения. В момент времени 0 происходит обнаружение события (аварийного или предохранительного останова) процессором безопасности. Замедление начинается по прошествии 24 мс.

Вход безопасности	Описание
Аварийный останов работа	(Специальный вход). Выполнение останова категории 1, которое может передаваться другому оборудованию с помощью выхода Аварийный останов системы после настройки.
Кнопка аварийного останова	(Кнопка подвешного пульта обучения). Выполнение останова категории 1, которое может передаваться другому оборудованию с помощью выхода Аварийный останов системы после настройки.
Аварийный останов системы	(Настраиваемый вход). Выполнение останова категории 1. Во избежание блокировок данный сигнал не будет передаваться другому оборудованию через выход Аварийный останов системы.
Предохранительный останов	(Специальный вход). Выполнение останова категории 2.
Предохранительный сброс	(Настраиваемый вход). Возобновление работы робота из состояния Предохранительного останова в случае срабатывания границы на входе предохранительного сброса.
Ограниченный режим	(Настраиваемый вход). Переход системы безопасности к пределам Ограниченного режима.
3-позиционное устройство включения	(Настраиваемый вход). Функции как вход предохранительного останова, когда вход рабочего режима высокий.
Рабочий режим	(Настраиваемый вход). Рабочий режим используется при сконфигурированном 3-позиционном устройстве включения.

Остановы категории 1 и 2 выполняют замедление робота с включенным питанием привода, что позволяет роботу выполнить останов без отклонения от текущего пути.

Контроль входов безопасности Контроль остановов категорий 1 и 2 осуществляется системой безопасности следующим способом:

1. Система безопасности выполняет контроль включения тормоза в течение 24 мс, см. рисунок 2.2.
2. В случае движения сочленения, выполняется контроль его скорости с целью отсутствия превышения значения скорости, полученной путем постоянного замедления от максимального предела скорости сочленения для Нормального режима до 0 рад/с за 500 мс.
3. Если сочленение не нагружено (его скорость менее 0,2 рад/с), то выполняется контроль отсутствия его перемещения более чем на 0,05 рад от положения, в котором измеренное значение скорости оказалось ниже 0,2 рад/с.

Помимо этого, для останова категории 1 система безопасности осуществляет контроль завершения отключения питания в течение 600 мс после перехода манипулятора робота в состояние покоя. Кроме того, после входного сигнала предохранительного останова повторное движение манипулятора робота допускается после прохождения положительного фронта на входе предохранительного сброса. Если хотя бы одно из вышеперечисленных условий не удовлетворено, система безопасности выполняет останов категории 0.

Контроль перехода в Ограниченный режим от сигнала входа ограниченного режима осуществляется следующим образом:

1. Система безопасности принимает оба набора пределов Нормального и Ограниченного режимов в течение 500 мс после срабатывания входа ограниченного режима.
2. По прошествии 500 мс действуют только пределы Ограниченного режима.

Если хотя бы одно из вышеперечисленных условий не удовлетворено, система безопасности выполняет останов категории 0.

Выполнение системой безопасности останова категории 0 осуществляется с производительностью, описанной в приведенной ниже таблице. Наихудшее время реакции — время для останова и обесточивания (снижения электрического потенциала ниже 7,3 В) робота, работающего на полной скорости и при полной полезной нагрузке.

Функция входа безопасности	Наихудший сценарий		
	Время обнаружения	Время отключения питания	Время реакции
Аварийный останов робота	250 ms	1000 ms	1250 ms
Кнопка аварийного останова	250 ms	1000 ms	1250 ms
Аварийный останов системы	250 ms	1000 ms	1250 ms
Предохранительный останов	250 ms	1000 ms	1250 ms

2.5.2 Электрические выходы безопасности

В таблице ниже приведен обзор электрических выходов безопасности:

Выход безопасности	Описание
Аварийный останов системы	Низкое логическое значение при низком логическом значении входа аварийного останова робота или нажатой кнопке аварийного останова.
Робот перемещается	Пока данный сигнал логически высокий, ни сочленение, ни манипулятор робота не может переместиться более чем на 0,1 рад.
Робот не останавливается	Высокое логическое значение при остановленном роботе или в процессе его останова из-за аварийного или предохранительного останова. В противном случае логический уровень будет низким.
Ограниченный режим	Низкий логический уровень при нахождении системы безопасности в Ограниченном режиме.
Неограниченный режим	Сигнал, противоположный выходу Ограниченного режима.

Если корректная настройка выхода безопасности не выполнена, система безопасности выполняет останов категории 0 со следующими временами реакции для наиболее неблагоприятного случая:

Выход безопасности	Наихудшее время реакции
Аварийный останов системы	1100 ms
Робот перемещается	1100 ms
Робот не останавливается	1100 ms
Ограниченный режим	1100 ms
Неограниченный режим	1100 ms

3 Транспортировка

Транспортировку робота необходимо производить в оригинальной упаковке. Необходимо хранить упаковочный материал в сухом месте — он может потребоваться для дальнейшей упаковки и перевозки робота.

При перемещении робота из упаковки к месту установки необходимо одновременно поднять обе трубки манипулятора робота. Зафиксируйте робота до окончательной затяжки всех болтов крепления в основании робота.

Подъем блока управления необходимо выполнить с помощью соответствующего устройства.



ВНИМАНИЕ:

1. Не допускайте чрезмерной нагрузки на спину или иные части тела при подъеме оборудования. Воспользуйтесь соответствующим оборудованием для подъема. Необходимо соблюдать требования региональных и национальных положений по подъему. Universal Robots не несет ответственности за какой-либо ущерб, возникший в результате перевозки оборудования.
2. Монтаж робота необходимо производить в соответствии с указаниями по монтажу в главе 4.

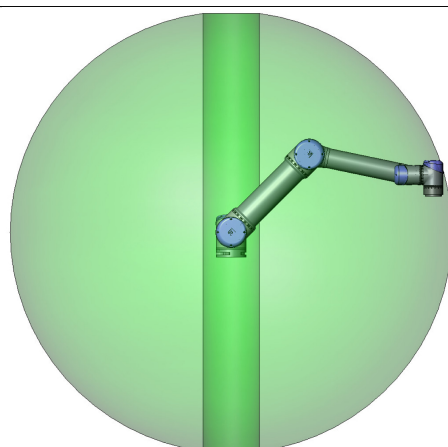
4 Механический интерфейс

4.1 Введение

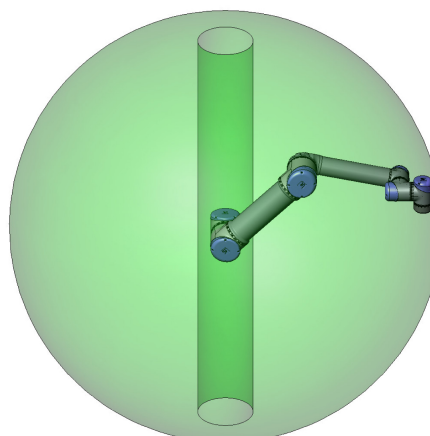
В данной главе приводятся базовые знания, необходимые для монтажа различных деталей робототехнической системы. Требуется соблюдение инструкций по электромонтажу, содержащихся в разделе 5.

4.2 Рабочая зона робота

Рабочая зона UR3 робота достигает 500 мм от точки сочленения с основанием. При выборе места для монтажа робота необходимо учесть цилиндрическое пространство непосредственно над и непосредственно под основанием робота. По возможности следует избегать слишком близкого приближения инструмента к цилиндрическому пространству, поскольку это приводит к быстрому перемещению сочленений даже в случае перемещения инструмента с медленной скоростью, что в свою очередь усложняет выполнение оценки рисков.



Спереди



Под углом

4.3 Монтаж

Манипулятор робота Для монтажа робота используются четыре болта М6, которые устанавливаются в четыре отверстия 6.6 mm в основании робота. Затяжку данных болтов рекомендуется выполнять с моментом 9 N m. Если требуется особо точное расположение манипулятора робота, воспользуйтесь двумя отверстиями Ø5, установив в них штифты. Кроме того, дополнительно можно приобрести точный контршаблон основания. На рис. 4.1 показаны точки, в которых требуется просверлить отверстия для установки винтов.

Соединительный кабель робота может быть установлен через боковую или нижнюю часть основания. Монтаж робота необходимо производить на прочной поверхности, способной выдержать момент не менее чем в десять раз превышающий максимальный крутящий момент основания и вес, не менее чем в пять раз превышающий вес манипулятора робота.

Также поверхность должна являться безвибрационной.

Если робот установлен на линейной оси или движущейся платформе, то ускорение движения основания установки должно быть очень низким. Высокое ускорение может привести к останову робота как следствие имитации столкновения с препятствием.



ОПАСНОСТЬ:

- Убедитесь, что манипулятор робота надежно и безопасно закреплен. Поверхность монтажа должна быть прочной.
- Чтобы избежать ущемления пальцев, не забудьте вставить резиновые пробки во все монтажные отверстия в основании робота.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Погружение робота в воду в течение продолжительного периода времени может привести к его повреждению. Запрещается выполнять монтаж робота в воде или во влажной среде.

Инструмент Во фланце робота для подсоединения инструмента имеются четыре отверстия с резьбой М6 для установки инструмента робота. Момент затяжки болтов М6 составляет 9 Н·м. Если требуется очень точное расположение инструмента, воспользуйтесь отверстием Ø6, установив в него штифт. На рис. 4.2 показаны точки, в которых требуется просверлить отверстия для установки винтов.



ОПАСНОСТЬ:

1. Убедитесь, что инструмент надежно и безопасно закреплен.
2. Убедитесь в том, что конструкция инструмента не может создать опасную ситуацию путем неожиданного отпускания детали.

Блок управления Блок управления можно повесить на стену или разместить на земле. Для обеспечения циркуляции воздуха с каждой стороны блока необходимо оставить свободное пространство шириной 50 мм. Можно купить дополнительные кронштейны для монтажа.

Подвесной пульт обучения Подвесной пульт обучения можно повесить на стену или на блок управления. Можно купить дополнительные кронштейны для монтажа подвесного пульта обучения. Убедитесь, что кабель проложен таким образом, что об него невозможно споткнуться.

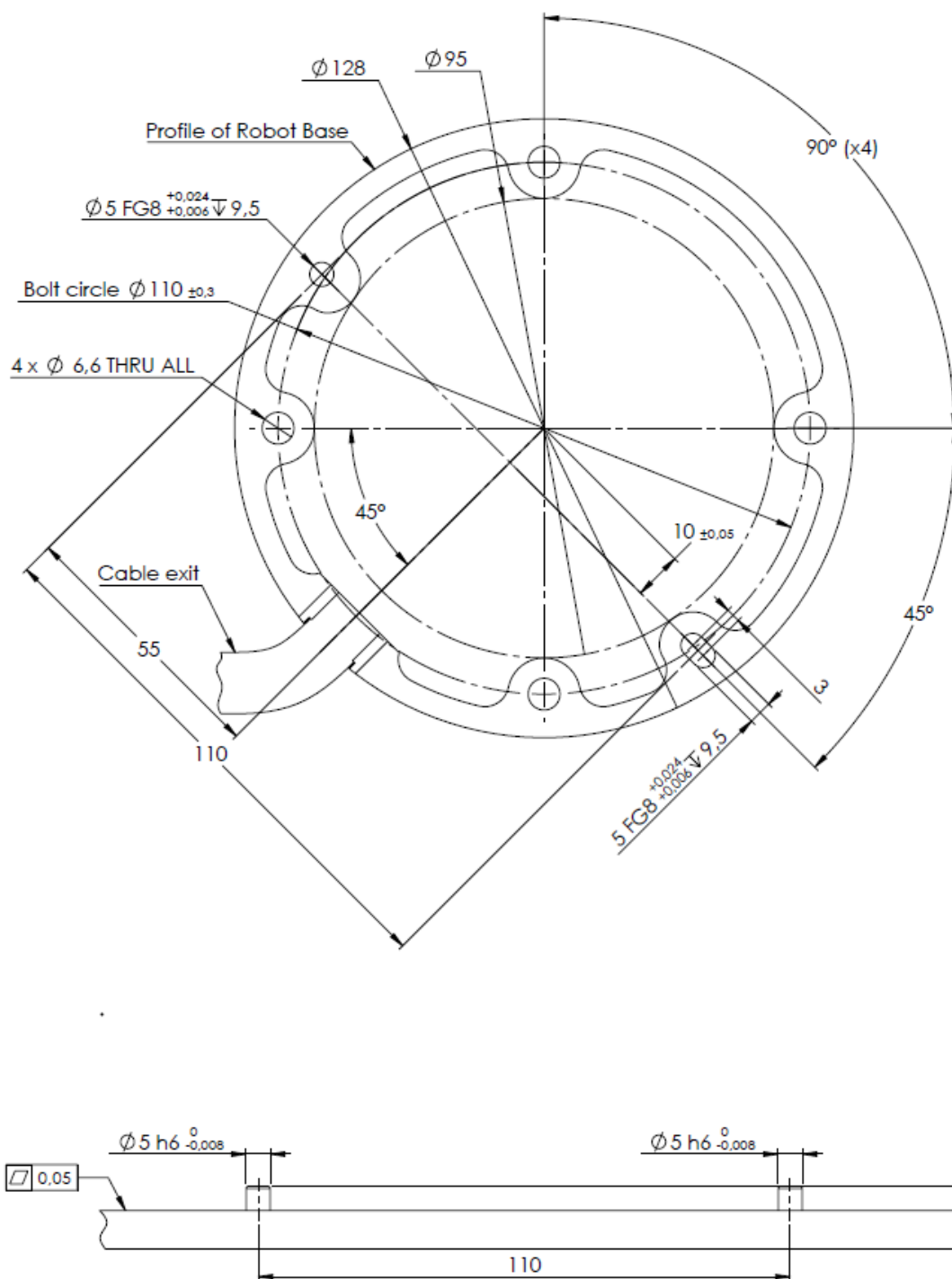


Figure 4.1: Отверстия для монтажа робота. Используются четыре M6 болта. Все измерения приведены в мм.

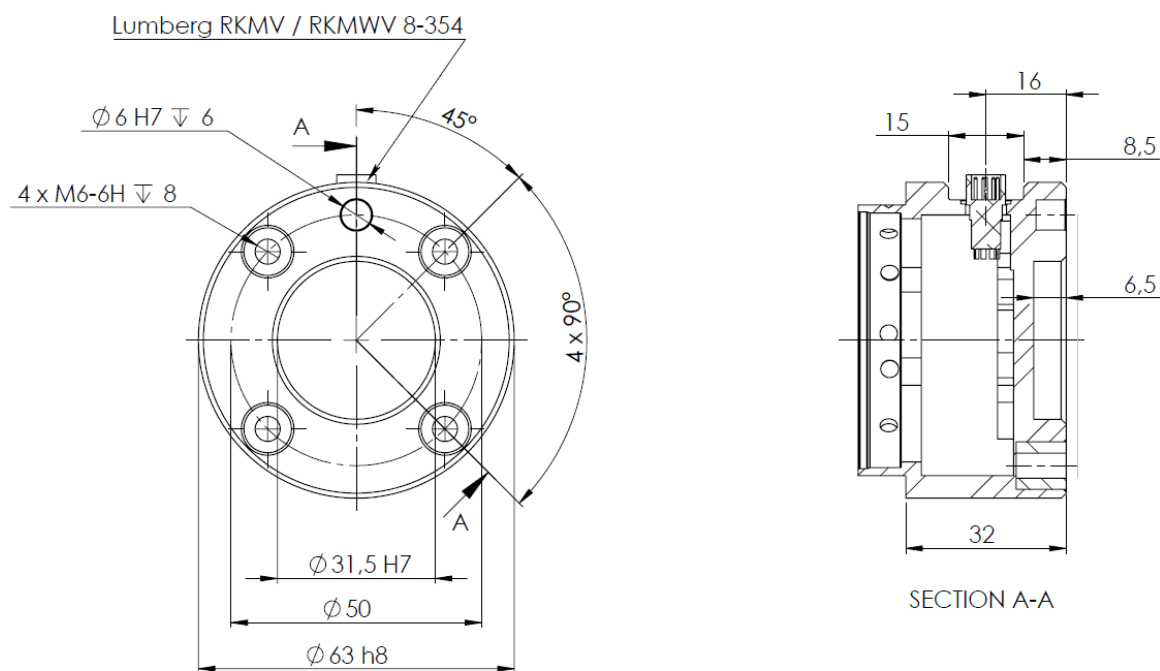


Figure 4.2: Фланец для подсоединения инструмента, ISO 9409-1-50-4-M6. В этом месте инструмент прикрепляется к наконечнику робота. Все измерения приведены в мм.



ОПАСНОСТЬ:

1. Убедитесь, что блок управления, подвесной пульт обучения и кабели не контактируют с водой. Влага в блоке управления может привести к смерти.
2. Блок управления и подвесной пульт обучения не должны подвергаться воздействию пыльных или влажных сред, превышающих степень защиты оболочки IP20. Обращайте особое внимание на среды с токопроводящей пылью.

4.4 Максимальная разрешенная полезная нагрузка

Максимально допустимая полезная нагрузка манипулятора робота зависит от смещения центра тяжести, см. рисунок 4.3. Смещение центра тяжести определяется как расстояние между центром выходного фланца инструмента и центром тяжести.

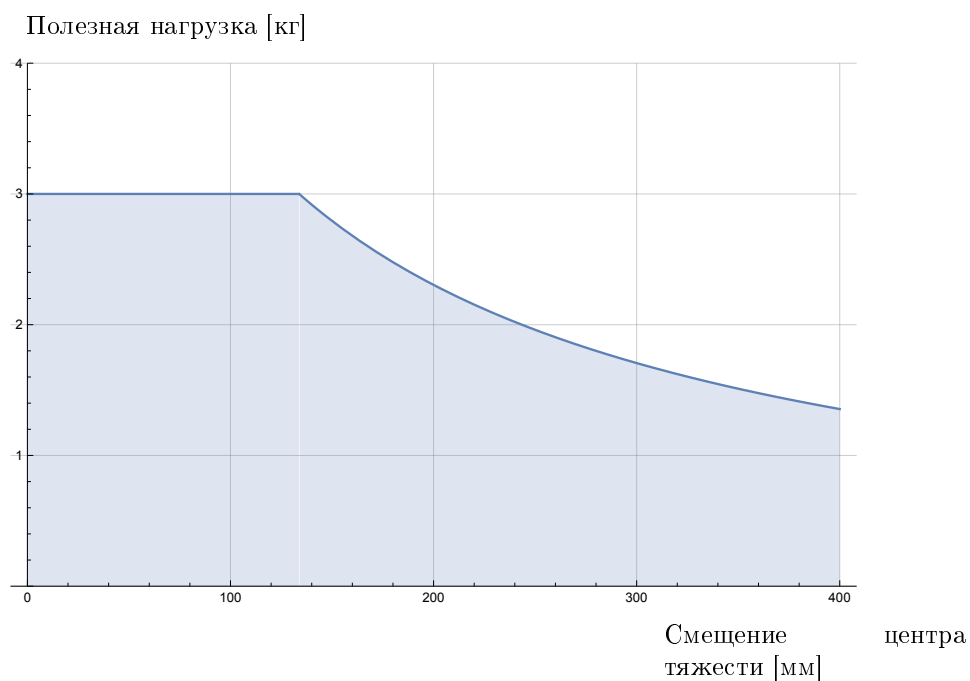


Figure 4.3: Соотношение между максимально допустимой полезной нагрузкой и смещением центра тяжести.

5 Электрический интерфейс

5.1 Введение

В данном разделе содержится описание всех электрических интерфейсов манипулятора робота и блока управления.

Интерфейсы разделены на пять групп по назначению и свойствам:

- Входы и выходы контроллера
- Входы и выходы инструмента
- Ethernet
- Подключение к электрической сети
- Подключение робота

Термин вход/выход относится к цифровым и аналоговым сигналам управления, поступающим из интерфейса и передающимся в интерфейс.

Описание данных пяти групп приведено в последующих разделах. Примеры приведены для большинства типов сигналов входа/выхода.

Предупреждения и предостережения в следующем разделе относятся ко всем пяти группам и должны соблюдаться.

5.2 Электрические предостережения и предупреждения

Следующие предупреждения и предостережения должны соблюдаться при разработке и внедрении решения робота. Предупреждения и предостережения также распространяются на работы по обслуживанию.


ОПАСНОСТЬ:

1. Для подключения сигналов безопасности к ПЛК допускается использовать только системы защиты на базе ПЛК с подходящим уровнем безопасности. Нарушение данного предупреждения может привести к серьезным травмам или смерти, поскольку возможна отмена срабатывания функции безопасности. Сигналы безопасности интерфейса требуется отделять от обычных сигналов ввода-вывода интерфейса.
2. Для каждого сигнала безопасности предусмотрено резервирование (два независимых канала). Каналы должны быть разделены, что позволит избежать ситуации, когда одна неисправность приводит к отказу функции безопасности.
3. Некоторые входы/выходы блока управления могут быть настроены в качестве обычных входов/выходов и входов/выходов безопасности. Полностью ознакомьтесь с разделом 5.3.

**ОПАСНОСТЬ:**

1. Убедитесь в том, что все оборудование, незащищенное от воздействия воды, остается в сухости. Если вода попадет вовнутрь изделия, заблокируйте и опломбируйте источник питания, затем обратитесь к поставщику.
2. Используйте только оригинальные кабели, входящие в комплект поставки робота. Не используйте робота в случаях возможного изгиба кабеля. В случае необходимости использования более длинных или гибких кабелей обратитесь к поставщику.
3. Отрицательные соединения считаются соединениями электрического заземления GND и подключаются к экрану робота и блоку управления. Все упомянутые разъемы заземления предназначены только для питания и передачи сигналов. Для защитного заземления допускается использовать только винтовое соединение размером М6, отмеченное символами заземления, внутри блока управления. Номинальный ток проводника заземления должен быть не менее наивысшего номинального тока системы.
4. Соблюдайте осторожность при подключении кабелей интерфейса к вводам/вывода робота. Металлическая пластина снизу предназначена для кабелей интерфейса и разъемов. Удалите пластину перед сверлением отверстий. Удалите стружку перед повторной установкой пластины. Необходимо использовать надлежащую резьбу сальника кабельного входа.


ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

1. Робот прошел испытания на соответствие международным стандартам ИЕС на ЭМС (электромагнитную совместимость). Сигналы помех, уровень которых превышает заданный в соответствующих стандартах ИЕС, может привести к неожиданному поведению робота. Сигналы чрезвычайно высокого уровня или чрезмерной интенсивности могут привести к необратимым повреждениям робота. Проблемы с ЭМС обычно возникают в сварочных процессах и сопровождаются сообщениями об ошибках в журнале. Universal Robots не несет ответственности за какие-либо повреждения, вызванные проблемами ЭМС.
2. Длина кабелей, идущих от блока управления к другим устройствам или заводскому оборудованию, не должна превышать 30 м, если не проводились испытания с использованием кабелей большей длины.


ПРИМЕЧАНИЕ:

По умолчанию приведены значения постоянного напряжения и тока, если не указано иное.

5.3 Входы и выходы контроллера

В данном разделе содержится описание подключения оборудования к входам/выходам блока управления. Данный вход/выход достаточно универсален и может использоваться для подключения различного оборудования, например, пневматических реле, ПЛК и кнопки аварийного останова.

На рисунке ниже показано расположение электрического интерфейса внутри блока управления.

Safety	Remote	Power	Configurable Inputs	Configurable Outputs	Digital Inputs	Digital Outputs	Analog
24V ■	12V ■	PWR ■	24V ■	0V ■	24V ■	0V ■	AG ■
EI0 ■	GND ■	GND ■	CI0 ■	CO0 ■	DI0 ■	DO0 ■	AI0 ■
24V ■	ON ■	24V ■	24V ■	0V ■	24V ■	0V ■	AG ■
EI1 ■	OFF ■	0V ■	CI1 ■	CO1 ■	DI1 ■	DO1 ■	AI1 ■
24V ■			24V ■	0V ■	24V ■	0V ■	AG ■
SI0 ■			CI2 ■	CO2 ■	DI2 ■	DO2 ■	AO0 ■
24V ■			24V ■	0V ■	24V ■	0V ■	AG ■
SI1 ■			CI3 ■	CO3 ■	DI3 ■	DO3 ■	AO1 ■

Ниже приведено описание цветов.

Желтые с красным текстом	Специальные сигналы безопасности
Желтые с черным текстом	Настраиваемые в качестве безопасных
Серые с черным текстом	Цифровые входы/выходы общего назначения
Зеленый с черным текстом	Аналоговые входы/выходы общего назначения

Графический интерфейс позволяет выполнить настройку настраиваемых входов/выходов в качестве обычных или безопасных. Более подробная информация приведена в части II.

Порядок использования цифровых входов/выходов описан в следующих подразделах. Необходимо соблюдение общих требований, описание которых приведено в соответствующем разделе.

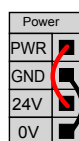
5.3.1 Общие требования ко всем цифровым входам/выходам

В данном разделе содержатся электрические требования к следующим 24 В цифровым входам/выходам блока управления.

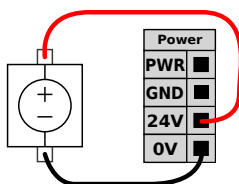
- Входы/выходы безопасности.
- Настраиваемые входы/выходы.
- Входы/выходы общего назначения.

Чрезвычайно важным является монтаж роботов UR в соответствии с электрическими требованиями, одинаковыми для всех трех видов входов.

Настройка блока контактов питания (Power) позволяет обеспечить питание цифровых входов/выходов от внутреннего источника питания 24 В или от внешнего источника питания. Данный блок состоит из четырех контактов. Напряжение двух верхних контактов (ПИТ и ЗАЗЕМ) 24 В, источник массы — внутренний источник питания 24 В. Два нижних контакта (24 В и 0 В) блока — входы 24 В для питания входов/выходов. В конфигурации по умолчанию используется внутренний источник питания, см. ниже.



Если требуется использование больших значений тока, возможно подключение внешнего источника питания, как показано ниже.



Электрические требования для внешних и внутренних источников питания приведены ниже.

Клеммы	Параметр	Мин.	Тип	Макс.	ЕИ
Внутренний источник питания 24 В					
[ПИТ - ЗАЗЕМ]	Напряжение	23	24	25	В
[ПИТ - ЗАЗЕМ]	Текущий	0	-	2	А
Требования к внешнему источнику питания 24 В					
[24 В - 0 В]	Напряжение	20	24	29	В
[24 В - 0 В]	Текущий	0	-	6	А

Цифровые входы/выходы соответствуют требованиям ИЕС 61131-2. Электрические требования приведены ниже.

Клеммы	Параметр	Мин.	Тип	Макс.	ЕИ
Цифровые выходы					
[COx / DOx]	Ток*	0	-	1	А
[COx / DOx]	Падение напряжения	0	-	0,5	В
[COx / DOx]	Утечка тока	0	-	0,1	мА
[COx / DOx]	Функция	-	PNP	-	Тип
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1 А	-	Тип
Цифровые входы					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Напряжение	-3	-	30	В
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Область отключения	-3	-	5	В
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Область включения	11	-	30	В
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Ток (11-30 В)	2	-	15	мА
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Функция	-	PNP	-	Тип
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	Тип

Примечание: *Для резистивных или индуктивных нагрузок не более одного часа.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Настраиваемыми являются входы/выходы, которые могут быть настроены в качестве обычных или безопасных. Такие контакты обозначены желтым цветом с черным текстом.

5.3.2 Входы и выходы системы безопасности

В данном разделе содержится описание специальных входов безопасности (желтые контакты с красным текстом) и настраиваемых входов/выходов (желтые контакты с черным текстом) в режиме входов/выходов безопасности. Необходимо ознакомиться с общими требованиями в разделе 5.3.1.

Предохранительные устройства и оборудование должны быть установлены в соответствии с инструкциями по безопасности и результатам оценки риска (см. раздел 1).

Все входы/выходы безопасности используются попарно (контакты с резервированием), что означает использование двух контактов для таких функций. Одна неисправность не должна привести к отказу функции безопасности.

Используются два постоянных входа безопасности: Аварийный останов робота и Предохранительный останов. Вход Аварийный останов робота предназначен для подключения только оборудования с функцией аварийного останова. Вход Предохранительный останов предназначен для подключения всех видов защитного оборудования безопасности. Функциональные отличия приведены ниже.

	Аварийный останов	Предохранительный останов
Робот прекращает движение	Да	Да
Выполнение программы	Останавливается	Приостанавливается
Питание робота	Отключено	Вкл.
Сброс	Вручную	Ручной или автоматический
Частота использования	Редко	При каждом цикле или редко
Повторная инициализация	Только отпускание тормоза	Нет
Категория останова (IEC 60204-1)	1	2
Уровень производительности функции мониторинга (ISO 13849-1)	ПЛУ	ПЛУ

Возможно использование настраиваемых входов/выходов для настройки дополнительных возможностей безопасности, например, выхода аварийного останова. Настройка ряда настраиваемых входов/выходов для использования функций безопасности осуществляется с помощью графического интерфейса, см. часть II.

Ряд примеров использования входов-выходов безопасности приведен в следующих подразделах.

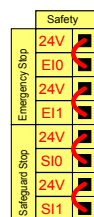


ОПАСНОСТЬ:

1. Для подключения сигналов безопасности к ПЛК допускается использовать только системы защиты на базе ПЛК с подходящим уровнем безопасности. Нарушение данного предупреждения может привести к серьезным травмам или смерти, поскольку возможна отмена срабатывания функции безопасности. Сигналы безопасности интерфейса требуется отделять от обычных сигналов ввода-вывода интерфейса.
2. Для всех входов/выходов безопасности предусмотрено резервирование (два независимых канала). Каналы должны быть разделены, что позволит избежать ситуации, когда одна неисправность приводит к отказу функции безопасности.
3. Проверка работы функций безопасности должна быть выполнена до запуска робота в эксплуатацию. Необходимо проводить регулярную проверку функций безопасности.
4. Установка робота должна соответствовать данным требованиям. Нарушение данного положения может привести к серьезным травмам или смерти, поскольку возможна отмена срабатывания функции безопасности.

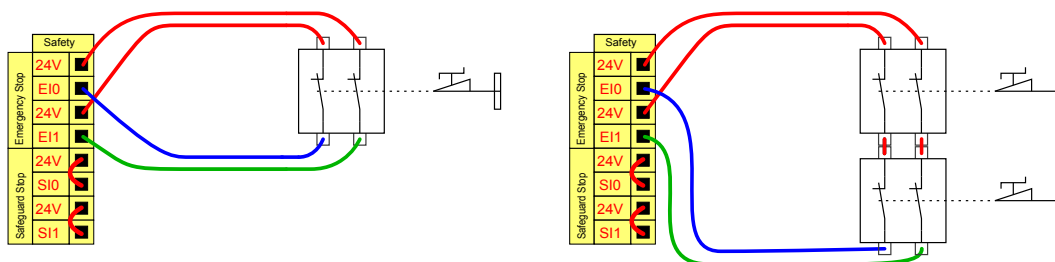
5.3.2.1 Конфигурация безопасности по умолчанию

Робот поставляется с конфигурацией по умолчанию, которая допускает его эксплуатацию без дополнительных предохранительных устройств, см. рисунок ниже.



5.3.2.2 Подключение кнопок аварийного останова

В большинстве случаев использования робота требуется подключить одну или несколько дополнительных кнопок аварийного останова. На рисунке ниже показано, как можно подключить одну или несколько кнопок аварийного останова.



5.3.2.3 Совместное использование аварийного останова на нескольких устройствах

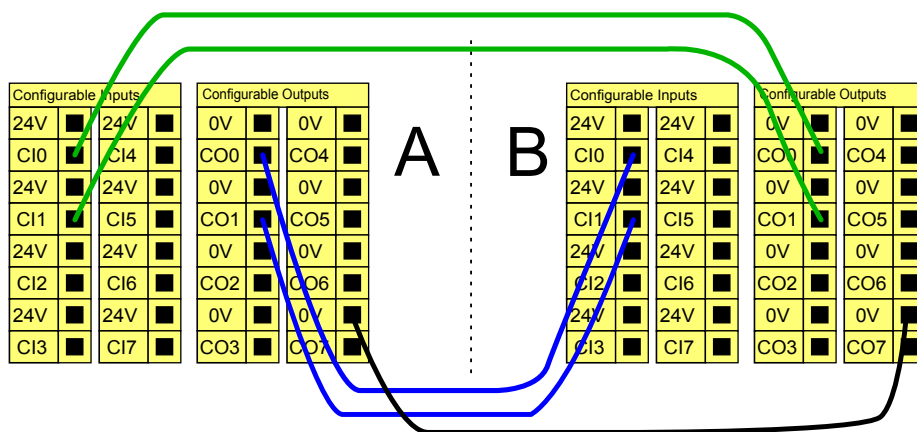
Зачастую возникает необходимость организации общей цепи аварийного останова при совместном использовании робота с другим оборудованием. Это позволяет оператору не задумываться о том, какие кнопки аварийного останова использовать.

Вход Аварийный останов робота не предназначен для совместного использования, поскольку оба устройства будут ожидать выхода друг друга из состояния аварийного останова.

Для совместного использования функции аварийного останова с другим оборудованием необходимо выполнить настройку следующих функций настраиваемых входов/выходов с помощью графического интерфейса.

- Пара настраиваемых входов: Внешний аварийный останов.
- Пара настраиваемых выходов: Аварийный останов системы.

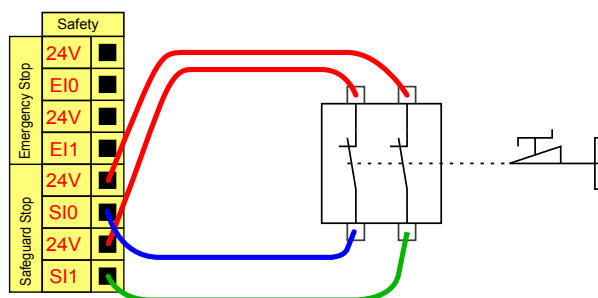
На рисунке ниже показано совместное использование двумя роботами UR функций аварийного останова. В данном примере используются настраиваемые входы/выходы ВкС10-С11Въ и ВкС00-С01Въ.



В случае необходимости подключения более двух роботов UR или других устройств управление сигналами аварийного останова должно осуществляться устройством аварийной защиты на базе ПЛК.

5.3.2.4 Предохранительный останов с автоматическим возобновлением работы

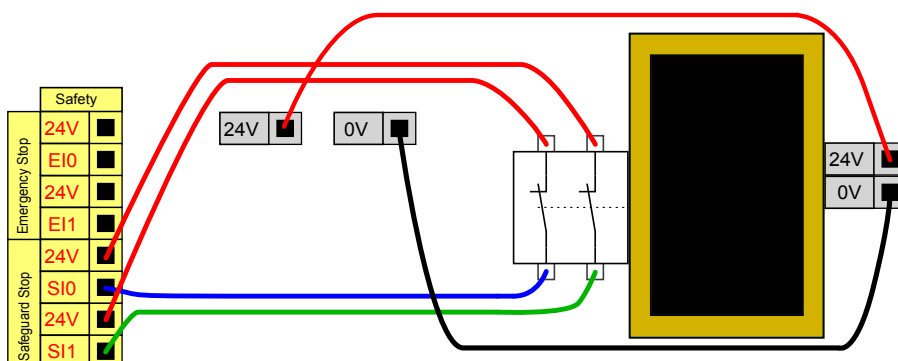
Примером базового предохранительного устройства останова является переключатель двери, который обеспечивает остановку робота при открытии двери, см. рисунок ниже.



Данная конфигурация предназначена только для использования в случаях, когда оператор не сможет пройти сквозь дверь и закрыть ее за собой. Настраиваемые входы/выходы могут

быть использованы для настройки кнопки сброса, расположенной за дверью, для повторной активации движения робота.

Другим примером использования автоматического возобновления работы является использование предохранительного коврика или безопасного лазерного сканера, см. ниже.

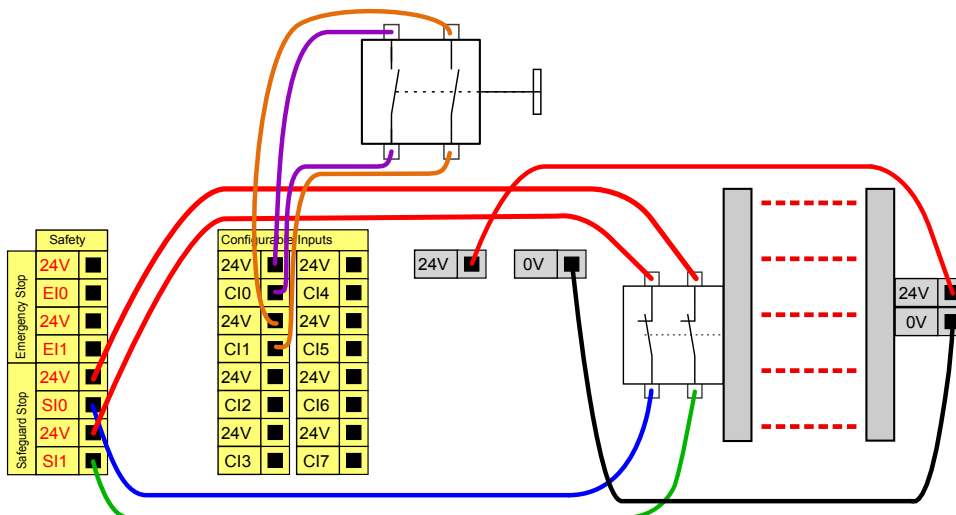


ОПАСНОСТЬ:

1. Автоматическое возобновление движения робота происходит при повторной подаче предохранительного сигнала. Использование данной конфигурации запрещено, если повторная подача предохранительного сигнала возможна внутри периметра безопасности.

5.3.2.5 Предохранительный останов с использованием кнопки сброса

Если предохранительный интерфейс используется для обмена данными со световой защитной завесой, то требуется активация функции сброса за пределами периметра безопасности. Кнопка сброса должна быть двухканального типа. В данном примере, входом/выходом, настроенным на выполнение функции сброса, является ВкСЮ-СПВъ, см. ниже.



5.3.3 Цифровые входы/выходы общего назначения

В данном разделе содержится описание входов/выходов общего назначения 24 В (серые контакты) и настраиваемых входов/выходов (желтые контакты с черным текстом) не в

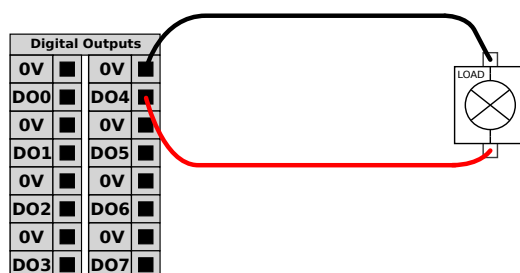
5.3 Входы и выходы контроллера

режиме входов/выходов безопасности. Необходимо ознакомиться с общими требованиями в разделе 5.3.1.

Входы/выходы общего назначения могут использоваться для непосредственного управления различным оборудованием, например, пневматическим реле или для обмена данными с иными системами ПЛК. Возможно автоматическое отключение всех цифровых выходов при остановке выполнения программы, более подробные сведения см. в части II. В этом режиме сигнал вывода всегда будет низким, если программа не выполняется. Примеры приведены в последующих подразделах. В данных примерах используются обычные цифровые выходы, однако также возможно использование настраиваемых выходов в случае, если они не настроены на выполнение функций безопасности.

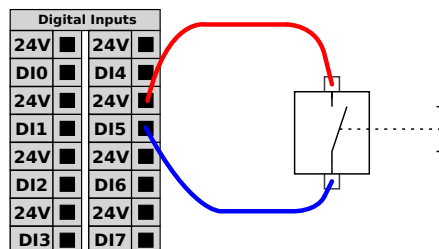
5.3.3.1 Нагрузка с управлением по цифровому выходу

В данном примере отображено подключение нагрузки с управлением по цифровому выходу, см. ниже.



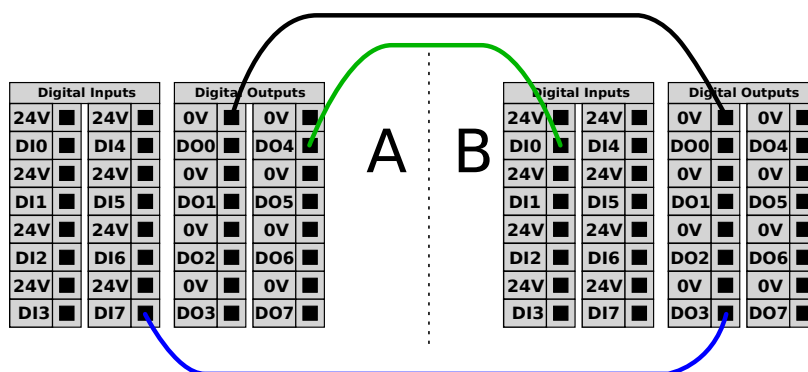
5.3.4 Цифровой вход с подключением кнопки

На рисунке ниже показан пример подключения обычной кнопки к цифровому входу.



5.3.5 Обмен данными с другими устройствами или ПЛК

Цифровые входы/выходы могут использоваться для обмена данными с другим оборудованием при наличии общего контакта ЗАЗЕМ (0 В) и использования устройством технологии PNP, см. ниже.



5.3.6 Аналоговые входы/выходы общего назначения

Для подключения аналогового интерфейса предназначен зеленый контакт. Он может быть использован для установки или измерения напряжения (0-10 В) или тока (4-20 мА) от и к другому оборудованию.

Для получения наивысшей точности рекомендуется выполнить следующие действия.

- Используйте контакт AG, ближайший к входу/выходу. Паре необходимо совместно использовать фильтр общего режима.
- Необходимо использовать общее заземление (0 В) для оборудования и блока управления. Аналоговые входы/выходы не имеют гальванической изоляции от блока управления.
- Необходимо использовать экранированный кабель или кабель с витыми парами. Необходимо подключить экран к контакту заземления (ВкGNDBъ) клеммы питания ВкPowerВъ.
- Необходимо использовать оборудование, работающее в режиме тока. Сигналы тока менее подвержены помехам.

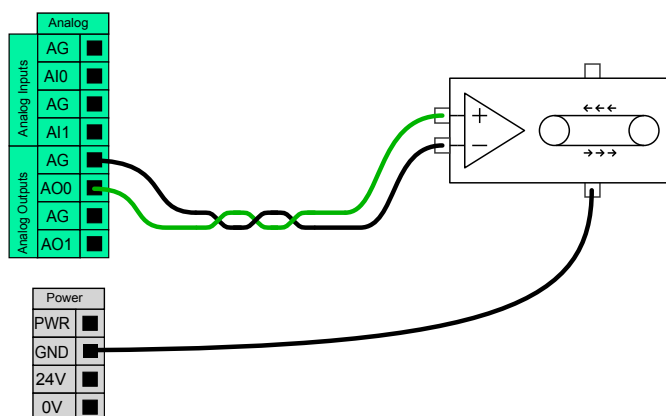
Выбор режимов входа возможно выполнить в графическом интерфейсе, см. часть II. Электрические требования приведены ниже.

Клеммы	Параметр	Мин.	Тип	Макс.	ЕИ
Аналоговый вход в режиме тока					
[AIx - AG]	Текущий	4	-	20	мА
[AIx - AG]	Сопротивление	-	20	-	ом
[AIx - AG]	Разрешение	-	12	-	бит
Аналоговый вход в режиме напряжения					
[AIx - AG]	Напряжение	0	-	10	В
[AIx - AG]	Сопротивление	-	10	-	кОм
[AIx - AG]	Разрешение	-	12	-	бит
Аналоговый выход в режиме тока					
[AOx - AG]	Текущий	4	-	20	мА
[AOx - AG]	Напряжение	0	-	24	В
[AOx - AG]	Разрешение	-	12	-	бит
Аналоговый выход в режиме напряжения					
[AOx - AG]	Напряжение	0	-	10	В
[AOx - AG]	Текущий	-20	-	20	мА
[AOx - AG]	Сопротивление	-	1	-	ом
[AOx - AG]	Разрешение	-	12	-	бит

Ниже приведены примеры использования аналоговых входов/выходов.

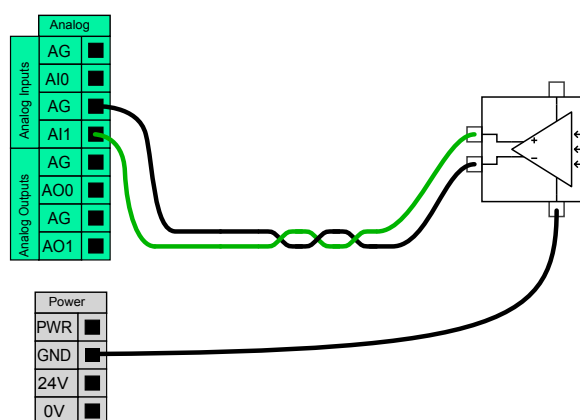
5.3.6.1 Использование аналогового выхода

Ниже приведен пример управления лентой конвейера с использованием аналогового входа управления скоростью.



5.3.6.2 Использование аналогового входа

Ниже приведен пример подключения аналогового датчика.



5.3.7 Удаленное включение и отключение

Функция удаленного включения/отключения может быть использована для включения/отключения блока управления без использования подвесного пульта обучения. Она, как правило, используется в следующих случаях:

- В случае недоступности подвесного пульта обучения.
- В случае необходимости полного управления системой ПЛК.
- В случае необходимости одновременного включения или отключения нескольких роботов.

В состав функции удаленного включения/отключения входит небольшой дополнительный контакт питания 12 В, который остается активным при отключенном блоке управления. Входы ВкВКЛВъ и ВкВЫКЛВъ предназначены только для краткосрочной активации. Принцип работы входа ВкВКЛВъ совпадает с принципом работы кнопки питания. Всегда используйте вход ВкВЫКЛВъ для управления удаленным ВкВЫКЛВъ, поскольку данный сигнал позволяет блоку управления выполнить сохранение открытых файлов и корректно завершить работу.

Электрические требования приведены ниже.

Клеммы	Параметр	Мин.	Тип	Макс.	ЕИ
[12 В - ЗАЗЕМ]	Напряжение	10	12	13	В
[12 В - ЗАЗЕМ]	Текущий	-	-	100	мА
[ВКЛ - ВЫКЛ]	Неактивное напряжение	0	-	0,5	В
[ВКЛ - ВЫКЛ]	Активное напряжение	5	-	12	В
[ВКЛ - ВЫКЛ]	Входной ток	-	1	-	мА
[ВКЛ.]	Период активации	200	-	600	мс

Ниже приведены примеры использования удаленного включения/выключения.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Для автоматической загрузки и запуска программ возможно использовать специальную функцию программного обеспечения, см. часть II.

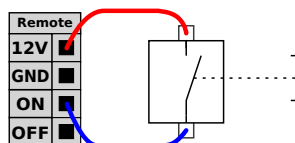


ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

1. Запрещается использование входа ВкВКЛВъ или кнопки питания для отключения блока управления.

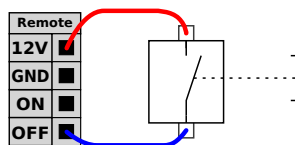
5.3.7.1 Кнопка удаленного включения

На рисунке ниже показан способ подключения кнопки удаленного включения.



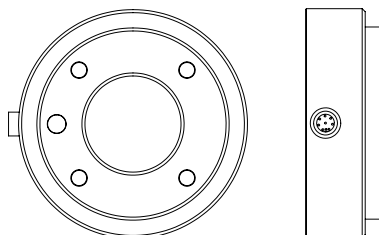
5.3.7.2 Кнопка удаленного выключения

На рисунке ниже показан способ подключения кнопки удаленного выключения.



5.4 Входы и выходы инструмента

На конце робота для подсоединения инструмента находится небольшой разъем с восемью контактами, см. рисунок ниже.



С помощью этого разъема подается питание и сигналы управления на захваты и датчики, которыми оснащен инструмент робота. Для использования подходят следующие промышленные кабели:

- Lumberg RKMV 8-354.

Восемь жил внутри кабеля имеют различные цвета. Каждому цвету соответствует определенная функция, см. ниже:

Цвет	Сигнал
Красный	0 В (ЗАЗЕМ)
Серый	0 В/12 В/24 В (ПИТАНИЕ)
Синий	Выход инструмента 0 (TO0)
Розовый	Выход инструмента 1 (TO1)
Желтый	Выход инструмента 0 (TI0)
Зеленый	Выход инструмента 1 (TI1)
Белый	Аналоговый вход 2 (AI2)
Коричневый	Аналоговый вход 3 (AI3)

Для внутреннего источника питания можно установить значение 0 В, 12 В или 24 В на вкладке ВкВвод-выводВъ в графическом интерфейсе, см. раздел II. Электрические требования приведены ниже:

Параметр	Мин.	Тип	Макс.	ЕИ
Напряжение питания в режиме 24 В	-	24	-	В
Напряжение питания в режиме 12 В	-	12	-	В
Ток питания в обоих режимах*	-	-	600	мА

Примечание: *Настоятельно рекомендуется использовать защитный диод для индуктивных нагрузок

В последующих разделах описаны различные входы/выводы инструмента.



ОПАСНОСТЬ:

1. Подсоедините инструменты и захваты таким образом, чтобы перерыв в питании не создавал опасности, например, выпадения заготовки из инструмента.
2. Соблюдайте осторожность при использовании напряжение 12 В, так как при ошибке программиста напряжение может быть изменено на 24 В, что приведет к повреждению оборудования и может вызвать возгорание.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Фланец для подсоединения инструмента подключается к контакту GND (так же, как и красный провод).

5.4.1 Цифровые выходы инструмента

Цифровые выходы реализованы по схеме NPN. Если цифровой выход используется, на контакт GND направляется соответствующее соединение, а после отключения выхода соответствующее соединение разрывается (с открытым коллектором/с открытым стоком). Электрические требования приведены ниже:

Параметр	Мин.	Тип	Макс.	ЕИ
Напряжение в разомкнутом состоянии	-0,5	-	26	В
Напряжение при нагрузке по току 1 А	-	0,05	0,20	В
Величина тока при нагрузке	0	-	600	мА
Сила тока по контакту GND	0	-	600	мА

Пример использования цифрового выхода приведен в следующем подразделе.

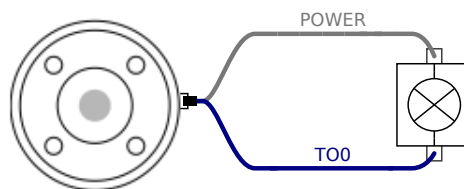


ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

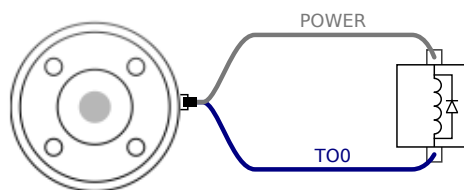
1. Цифровые выходы в инструменте не имеют ограничения по току и отклонение от указанных данных может привести к неустранимому повреждению.

5.4.1.1 Использование цифровых выходов инструмента

В примере ниже показано, как включить нагрузку при использовании внутреннего источника питания 12 В или 24 В. Обратите внимание, что необходимо указать напряжение на вкладке ВкВвод-выводВъ. Помните, что между контактом POWER и кожухом/заземлением всегда есть напряжение, даже если нагрузка выключена.



Примечание: Настоятельно рекомендуется использовать защитный диод для индуктивных нагрузок, как показано ниже.



5.4.2 Цифровые входы инструмента

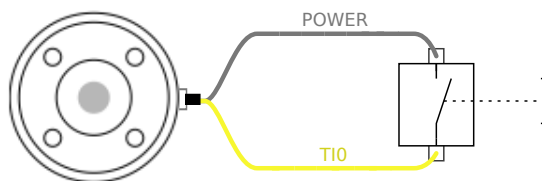
Цифровые входы реализованы по схеме PNP с использованием маломощных согласующих резисторов. Это означает, что сигнал дифференциального входа всегда будет низким. Электрические требования приведены ниже.

Параметр	Мин.	Тип	Макс.	ЕИ
Входное напряжение	-0,5	-	26	В
Низкий логический уровень напряжения	-	-	2,0	В
Высокий логический уровень напряжения	5,5	-	-	В
Входное сопротивление	-	47k	-	Ω

Пример использования цифрового входа приведен в следующем подразделе.

5.4.2.1 Использование цифровых входов инструмента

На примере ниже показан способ подключения обычной кнопки.



5.4.3 Аналоговые входы инструмента

Аналоговые входы являются недифференциальными и могут быть переведены в режим тока или напряжения на вкладку входов/выходов, см. часть II. Электрические требования приведены ниже.

Параметр	Мин.	Тип	Макс.	ЕИ
Входное напряжение в режиме напряжения	-0,5	-	26	В
Входное сопротивление в диапазоне от 0 В до 10 В	-	15	-	k Ω
Разрешение	-	12	-	бит
Входное напряжение в режиме тока	-0,5	-	5,0	В
Входной ток в режиме тока	-2,5	-	25	мА
Входное сопротивление в диапазоне от 4 мА до 20 мА	-	200	-	Ω
Разрешение	-	12	-	бит

В следующих подразделах приведены два примера использования аналоговых входов.

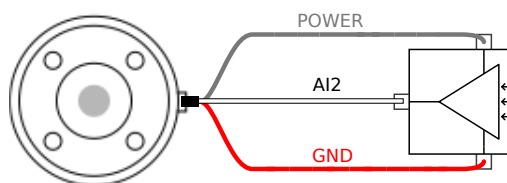


ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

- У аналоговых входов отсутствует защита от перенапряжения в режиме тока. Превышение пределов, заданных в технических требованиях, может привести к необратимым повреждениям входа.

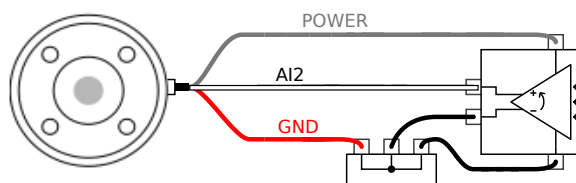
5.4.3.1 Использование аналоговых выходов инструмента, недифференциальный

В примере ниже показан пример подключения аналогового датчика к недифференциальному выходу. Выходной сигнал датчика может быть в режиме тока или напряжения, так как для режима ввода этого аналогового сигнала установлено такое же значение на вкладке ВкВвод-выводВъ. Обязательно убедитесь, что датчик с выходом для напряжения может вызывать внутреннее сопротивление инструмента, в противном случае измерение будет недействительным.



5.4.3.2 Использование аналоговых выходов инструмента, дифференциальный

В примере ниже показан пример подключения аналогового датчика к дифференциальному выходу. Подсоедините отрицательный компонент выхода к контакту GND (0 В) и он будет работать так же, как и недифференциальный датчик.



5.5 Ethernet

Ethernet-подключение расположено в нижней части блока управления, см. рисунок ниже.



Ethernet-интерфейс может использоваться для следующих целей:

- Модули расширения входов/выходов MODBUS. Более подробная информация приведена в части II.
- Удаленный доступ и управление.

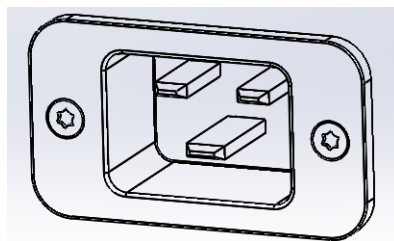
Электрические требования приведены ниже.

Параметр	Мин.	Тип	Макс.	ЕИ
Скорость обмена данными	10	-	1000	Мб/с

5.6 Подключение к электрической сети

Силовой кабель от блока управления оснащен стандартным штепселем ИЕС на конце. Подключите использующийся в вашей стране штепсель или кабель к штепселю стандарта ИЕС.

Для подачи питания к роботу необходимо подключить блок управления к источнику питания. Для этого необходимо подключить стандартный штепсель ИЕС C20, расположенный в нижней части блока управления, с использованием соответствующего кабеля ИЕС C19, см. рисунок ниже.



К питанию от сети предъявляются следующие минимальные требования:

- Заземление.
- Главный предохранитель.
- Устройство защитного отключения.

Для удобной блокировки и пломбирования питания на период обслуживания рекомендуется установить основной выключатель питания всего оборудования робототехнической системы.

Электрические требования приведены в таблице ниже.

Параметр	Мин.	Тип	Макс.	ЕИ
Входное напряжение	100	-	265	Напряжение перем. тока
Внешний предохранитель сети (@ 100-200 В)	8	-	16	А
Внешний предохранитель сети (@ 200-265 В)	8	-	16	А
Частота входного сигнала	47	-	63	Гц
Резервное питание	-	-	0,5	Вт
Номинальная рабочая мощность	90	150	325	Вт

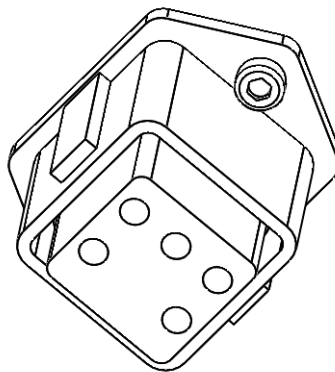


ОПАСНОСТЬ:

1. Убедитесь в том, что электрическое заземление робота выполнено корректно. Воспользуйтесь неиспользованными болтами со знаками заземления внутри блока управления для создания единого заземления для всего оборудования системы. Номинальный ток проводника заземления должен быть не менее наивысшего номинального тока системы.
2. Убедитесь в том, что вход питания блока управления защищен УЗО (устройством защитного отключения) и исправным предохранителем.
3. Заблокируйте и опломбируйте источники питания для полной установки робота во время обслуживания. От другого оборудования не должно поступать питание на вводы/выводы робота при заблокированной системе.
4. Убедитесь в том, что все кабели к блоку управления подключены корректно перед включением его питания. Всегда используйте оригинальный и исправный шнур питания.

5.7 Подключение робота

Кабель от робота необходимо подключить к разъему в нижней части блока управления, см. рисунок ниже. Перед включением манипулятора робота убедитесь, что разъем надежно зафиксирован. Отсоединять кабель робота можно только при выключенном питании робота.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

1. Запрещается отключать кабель робота при включенном манипуляторе робота.
2. Запрещается удлинять или вносить изменения в оригинальный кабель.

6 Обслуживание и ремонт

Техническое обслуживание и ремонт должны выполняться в соответствии со всеми инструкциями по безопасности настоящего руководства.

Техническое обслуживание, калибровка и ремонт должны выполняться в соответствии с последними версиями руководств по обслуживанию, приведенных на веб-сайте поддержки <http://www.universal-robots.com/support>.

Ремонт должен выполняться только уполномоченными системными интеграторами или Universal Robots.

Возврат всех деталей в Universal Robots должен выполняться в соответствии с руководством по обслуживанию.

6.1 Инструкции по безопасности

После проведения обслуживания или ремонтных работ необходимо провести проверки для обеспечения требуемого уровня безопасности. Эти проверки должны соблюдать действующие национальные или региональные нормативно-правовые акты по безопасности. Также необходимо выполнить проверку работоспособности всех функций безопасности.

Целью проведения обслуживания или ремонтных работ является поддержание работоспособности системы или, в случае возникновения неисправности, возврат системы в работоспособное состояние. Ремонтные работы включают в себя поиск и устранение неполадок в дополнение к проведению самих ремонтных работ.

При выполнении работ с манипулятором робота или блоком управления необходимо соблюдать указанные ниже процедуры и меры безопасности.


ОПАСНОСТЬ:

1. Не изменяйте параметры конфигурации безопасности системы (например, предел усилия). Описание конфигурации безопасности содержится в руководстве PolyScore. В случае изменения каких-либо параметров безопасности, вся система робота должна считаться новой, что означает необходимость повтора процесса согласования общей безопасности, включая оценку риска.
2. Неисправные компоненты необходимо заменять новыми компонентами с теми же артикулами или аналогами, одобренными Universal Robots для данной цели.
3. После завершения работы сразу же выполните включение отключенных мер безопасности.
4. Выполняйте документирование всех проводящихся ремонтных работ и сохраняйте документацию в техническом паспорте системы робота.


ОПАСНОСТЬ:

1. Отсоедините силовой кабель от нижней части блока управления для полного обесточивания. Обесточьте какие-либо другие источники энергии, подключенные к манипулятору робота или блоку управления. Примите необходимые меры предосторожности для предотвращения включения питания системы иными лицами на период ремонта.
2. Перед повторным включением питания системы проверьте заземление.
3. В случае разбора компонентов манипулятора робота или блока управления ознакомьтесь с требованиями к защите от статического электричества.
4. Запрещается разбирать источники питания в блоке управления. В данных источниках питания может сохраняться высокое напряжение (до 600 В) в течение нескольких часов после отключения блока управления.
5. Избегайте попадания воды и пыли в манипулятор робота или блок управления.

7 Утилизация и окружающая среда

Утилизация роботов UR должна проводиться в соответствии с применимыми национальными законами, нормативно-правовыми актами и стандартами.

Изготовление роботов UR осуществляется с ограниченным использованием опасных веществ в соответствии с европейской директивой RoHS 2011/65/EU. Данные вещества включают в себя ртуть, кадмий, свинец, хром VI, полиброминированные бифенилы и многобромистые дифениловые эфиры.

Расходы по утилизации и обработке электронных отходов роботов UR, реализация которых осуществляется на рынке Дании, предоплачены в системе ответственности датских производителей компанией Universal Robots A/S. Импортёры в страны, на которые распространяется действие Европейской директивы WEEE 2012/19/EU, должны самостоятельно выполнить регистрацию в национальном реестре WEEE их стран. Сумма расходов, как правило, составляет менее 1 евро на каждого робота. Список национальных реестров приведен здесь: <https://www.ewrn.org/national-registers>.

На роботе расположены следующие знаки для обозначения его соответствия вышеприведенным нормативным положениям:



8 Сертификаты

В данной главе содержатся сертификаты и декларации для данного продукта.

8.1 Сторонняя сертификация

Сторонняя сертификация является добровольной. Однако для обеспечения наилучших возможностей для интеграторов роботов UR принимает решение о сертификации роботов в следующих авторитетных испытательных организациях:



TÜV NORD

Безопасность роботов UR подтверждена TÜV NORD, уполномоченным органом в соответствии с директивой о механическом оборудовании 2006/42/EC в ЕС. Копия сертификата о безопасности TÜV NORD находится в приложении В.



DELTA

Проверка эффективности роботов URUR проведена DELTA. Сертификат об электромагнитной совместимости (EMC) и сертификат климатических испытаний находятся в приложении В.



TÜV SÜD

Проверка роботов UR в условиях чистых помещений проведена TÜV SÜD. Сертификат для чистых помещений приведен в приложении В.



CHINA RoHS

Роботы UR соответствуют методам управления CHINA RoHS, направленных на ограничение загрязнения, вызываемого электронными информационными продуктами.

8.2 Сторонняя сертификация поставщика



Окружающая среда Как указывают наши поставщики, транспортные поддоны роботов UR соответствуют датским требованиям ISMPM-15 к производству древесного упаковочного материала и обозначены в соответствии с данной схемой.

8.3 Сертификат испытаний, проведенных изготовителем



UR Роботы постоянно подвергаются внутренним испытаниям и процедурам тестирования конца строки. Процедуры испытаний UR постоянно подвергаются проверке и улучшению.

8.4 Декларации в соответствии с директивами ЕС

Хотя, в основном, они относятся к Европе, некоторые страны признают и/или требуют наличие деклараций ЕС. Европейские директивы доступны на официальном веб-сайте: <http://eur-lex.europa.eu>.

Роботы UR сертифицированы в соответствии со следующими директивами.

2006/42/ЕС — Директива о механическом оборудовании (MD)

В соответствии с Директивой о механическом оборудовании 2006/42/ЕС, роботы UR представляют собой частично укомплектованное оборудование, поскольку знак CE не ставится на частично укомплектованное оборудование.

Примечание: В случае если робот UR используется в работе с пестицидами, обязательно обратите внимание на присутствие директивы 2009/127/ЕС. Декларация о соответствии компонентов согласно 2006/42/ЕС, приложение II 1.B., приведена в приложении В.

2006/95/ЕС — Директива по низковольтным устройствам (LVD)

2004/108/ЕС — Электромагнитная совместимость (EMC)

2011/65/EU — Ограничение по использованию опасных веществ в электрическом и электронном оборудовании (RoHS)

2012/19/EU — Отходы электрического и электронного оборудования (WEEE)

В Декларации о соответствии компонентов в приложении В перечислены декларации о соответствии вышеуказанным директивам.

Знак CE ставится в соответствии с директивами о маркировке знаком CE, приведенным выше. Информацию об отходах электрического и электронного оборудования см. в разделе 7.

Сведения о стандартах, используемых при разработке робота, см. в приложении С.

9 Гарантии

9.1 Гарантия на изделие

С сохранением права на подачу иска по претензиям, которые могут возникнуть у пользователя (заказчика) к дилеру или продавцу, заказчику предоставляется гарантия производителя на условиях, изложенных далее.

В случае обнаружения дефектов нового устройства и его компонентов, вызванных производственным браком и/или некачественными материалами в течение 12 месяцев с момента введения устройства в эксплуатацию (не более 15 месяцев с момента поставки), компания Universal Robots предоставит необходимые запасные части (для замены которых пользователь (заказчик) обязуется предоставить рабочее время) и либо заменит деталь аналогичной с учетом всех возможных ее усовершенствований, либо отремонтирует упомянутую деталь. Гарантия не распространяется на дефекты устройства, возникшие в результате неправильного обращения и/или пренебрежения информацией, содержащейся в руководствах пользователя. Гарантия не распространяется на работы, выполняемые официальным дилером или заказчиком самостоятельно (например, установка, настройка конфигурации, загрузка программного обеспечения). Для предоставления гарантийного обслуживания в качестве доказательства покупки необходимо предъявить чек, на котором указана дата приобретения. Гарантийные претензии необходимо направить в течение двух месяцев с момента обнаружения гарантийной неисправности. Устройства и их компоненты, подлежащие замене и возвращенные в компанию Universal Robots, переходят в собственность компании Universal Robots. Все прочие претензии, возникшие в результате или в связи с использованием устройства, исключаются из действия настоящей гарантии. Положения настоящей гарантии никоим образом не ограничивают и не исключают законные права Потребителя, а также ответственность производителя за смерть или полученные травмы в результате халатности. Срок действия гарантии не подлежит продлению в связи с услугами, оказанными в соответствии с положениями настоящей гарантии. Если заказчиком не выполнены условия гарантийного обслуживания, компания Universal Robots оставляет за собой право потребовать у заказчика оплату предоставленной замены или ремонта. Вышеизложенные положения не вносят изменений в бремя доказательства ущерба, причиненного заказчику. В случае обнаружения дефектов устройства компания Universal Robots не несет ответственности за любые косвенные, непредвиденные или косвенные убытки, убытки, определяемые особыми обстоятельствами, в том числе упущенную выгоду, утрату эксплуатационных качеств, производственные потери или повреждение другого производственного оборудования.

В случае обнаружения дефектов устройства компания Universal Robots не несет ответственности за любые повреждения или убытки, возникшие в результате этих дефектов, например, производственные потери или повреждение другого производственного оборудования.

9.2 Отказ от ответственности

Компания Universal Robots непрерывно работает над повышением надежности и производительности своих изделий, поэтому оставляет за собой право обновлять изделия без предварительного уведомления. Компанией Universal Robots приложены все возможные усилия по обеспечению



точности и правильности содержания данного руководства, однако компания не несет ответственности за возможные ошибки или неполноту информации.

А Время и расстояние остановки

Информация о временах простоя и расстояниях имеется как для останова категории 0, так и останова категории 1¹. Данное приложение включает в себя сведения об останове категории 0. Сведения об останове категории 1 приведены по адресу <http://universal-robots.com/support/>.

А.1 Время и расстояния остановов категории 0

В таблице ниже приведены расстояния и времена, замер которых производился при срабатывании останова категории 0. Данные измерения были выполнены для следующей конфигурации робота:

- Вытяжение: 100% (манипулятор робота полностью вытянут в горизонтальной плоскости).
- Скорость: 100% (общая скорость робота установлена в качестве 100% и движение выполняется со скоростью сочленения 183 °/с).
- Полезная нагрузка: максимальная разрешенная полезная нагрузка для робота, приложенная к ЦТИ (3 кг).

Испытание сочленения 0 проводилось с использованием горизонтального движения, то есть ось вращения была перпендикулярна основанию. По время испытания сочленений 1 и 2 робот следовал вертикальной траектории, то есть ось вращения была параллельна основанию и останов производился при движении робота вниз.

	Расстояние останова (рад)	Время останова (мс)
Сочленение 0 (ОСНОВАНИЕ)	0.18	159
Сочленение 1 (ПЛЕЧО)	0.20	154
Сочленение 2 (ЛОКТЕВОЕ СОЧЛЕНЕНИЕ)	0.15	92

¹Согласно ИЕС 60204-1; подробную информацию см. в глоссарии

В Декларации и сертификаты

B.1 CE/EU Declaration of Incorporation (original)

According to European Directive 2006/42/EC annex II 1.B.

The manufacturer Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

hereby declares that the product described below

Industrial robot UR3/CB3

may not be put into service before the machinery in which it will be incorporated is declared in conformity with the provisions of Directive 2006/42/EC, as amended by Directive 2009/127/EC, and with the regulations transposing it into national law.

The safety features of the product are prepared for compliance with all essential requirements of Directive 2006/42/EC under the correct incorporation conditions, see product manual. Compliance with all essential requirements of Directive 2006/42/EC relies on the specific robot installation and the final risk assessment.

Relevant technical documentation is compiled according to Directive 2006/42/EC annex VII part B and available in electronic form to national authorities upon legitimate request. Undersigned is based on the manufacturer address and authorised to compile this documentation.

Additionally the product declares in conformity with the following directives, according to which the product is CE marked:

- 2014/35/EU — Low Voltage Directive (LVD)
- 2014/30/EU — Electromagnetic Compatibility Directive (EMC)
- 2011/65/EU — Restriction of the use of certain hazardous substances (RoHS)

A complete list of applied harmonized standards, including associated specifications, is provided in the product manual.

Odense, April 20th, 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

B.2 Декларация CE/EU о соответствии компонентов (перевод оригинала)

Согласно Европейской директиве 2006/42/ЕС, приложение II 1.B.



Изготовитель Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Дания

настоящим заявляет, что в отношении продукта, приведенного ниже

Промышленный робот UR3/CB3

запрещается эксплуатация, если оборудование, в которое он встраивается, не имеет подтвержденного соответствия положениям Директивы о механическом оборудовании 2006/42/ЕС в редакции Директивы 2009/127/ЕС и законодательных актов, транспонирующих ее в национальное законодательство.

Функции безопасности продукта подготовлены для соблюдения всех основных требований Директивы 2006/42/ЕС согласно корректным условиям соответствия, см. руководство по продукту. Соответствия всем основным требованиям Директивы 2006/42/ЕС зависит от установки робота и окончательной оценки риска.

Соответствующая техническая документация составлена согласно директиве 2006/42/ЕС, приложение VII, часть В и доступна в электронной форме национальным органам по законному запросу. Нижеподписавшийся находится по адресу производителя и уполномочен для составления данной документации.

Кроме того, в отношении изделия заявляется о его соответствии следующим директивам, согласно которым оно маркируется знаком CE:

2014/35/EU — Директива по низковольтным устройствам (LVD)

2014/30/EU — Директива по электромагнитной совместимости (EMC)

2011/65/EU — Ограничение по использованию опасных веществ в электрическом и электронном оборудовании (RoHS)

Полный список применимых согласованных стандартов, включая связанные спецификации, приведен в руководстве по продукту.

Odense, Апрель 20, 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

В.3 Сертификат системы безопасности



ZERTIFIKAT CERTIFICATE

Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / This certifies, that the company

Universal Robots A/S
Energivej 25
DK-5260 Odense S
Denmark

berechtigt ist, das unten genannte Produkt mit dem abgebildeten Zeichen zu kennzeichnen.
is authorized to provide the product mentioned below with the mark as illustrated.

Fertigungsstätte: Manufacturing plant:	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark
Beschreibung des Produktes: (Details s. Anlage 1) Description of product: (Details see Annex 1)	Universal Robots Safety System URSafety 3.1 for UR10, UR5 and UR3 robots
Geprüft nach: Tested in accordance with:	EN ISO 13849-1:2008, PL d

Registrier-Nr. / Registration No. 44 207 14097602
Prüfbericht Nr. / Test Report No. 3515 4327
Aktenzeichen / File reference 8000443298


Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH
TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen

Gültigkeit / Validity
von / from 2015-06-02
bis / until 2020-06-01

Essen, 2015-06-02
www.tuev-nord-cert.de technology@tuev-nord.de



EN ISO 13849-1
PL 'd'

Bitte beachten Sie auch die umseitigen Hinweise
Please also pay attention to the information stated overleaf

B.4 China RoHS

**Management Methods for Controlling Pollution
by Electronic Information Products
Product Declaration Table
For Toxic or Hazardous Substances**
表1 有毒有害物质或元素名称及含量标识格式



Product/Part Name 产品/部件名称	Toxic and Hazardous Substances and Elements 有毒有害物质或元素					
	铅 Lead (Pb)	汞 Mercury (Hg)	镉 Cadmium (Cd)	六价 Hexavalent Chromium (Cr+6)	多溴联苯 Polybrominated biphenyls (PBB)	多溴二苯醚 Polybrominated diphenyl ethers (PBDE)
UR Robots UR3 / UR5 / UR10 UR机器人 UR3/UR5/UR10	X	O	X	O	X	X
O: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in all of the homogeneous materials for this part is below the limit requirement in SJ/T11363-2006. O: 表示该有毒有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在SJ/T 11363-2006规定的限量要求以下。 X: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in at least one of the homogeneous materials used for this part is above the limit requirement in SJ/T11363-2006. X: 表示该有毒有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出SJ/T 11363-2006规定的限量要求。 (企业可在此处，根据实际情况对上表中打“X”的技术原因进行进一步说明。) Items below are wear-out items and therefore can have useful lives less than environmental use period: 下列项目是损耗品,因而它们的使用寿命可能短于环境使用时间: Drives, Gaskets, Probes, Filters, Pins, Cables, Stiffener, Interfaces 驱动器, 垫圈, 探针, 过滤器, 别针, 缆绳, 加强筋, 接口 Refer to product manual for detailed conditions of use. 详细使用情况请阅读产品手册。 Universal Robots encourages that all Electronic Information Products be recycled but does not assume responsibility or liability. Universal Robots 鼓励回收再利用所有的电子信息产品, 但 Universal Robots 不负任何责任或义务						

To the maximum extent permitted by law, Customer shall be solely responsible for complying with, and shall otherwise assume all liabilities that may be imposed in connection with, any legal requirements adopted by any governmental authority related to the Management Methods for Controlling Pollution by Electronic Information Products (Ministry of Information Industry Order #39) of the Peoples Republic of China otherwise encouraging the recycle and use of electronic information products. Customer shall defend, indemnify and hold Universal Robots harmless from any damage, claim or liability relating thereto. At the time Customer desires to dispose of the Products, Customer shall refer to and comply with the specific waste management instructions and options set forth at <http://www.teradyne.com/about-teradyne/corporate-social-responsibility>, as the same may be amended by Teradyne or Universal Robots.

В.5 Сертификат климатических испытаний

**Climatic and mechanical assessment sheet no. 1375**

DELTA client Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	DELTA project no. T209612 and T209963
Product identification Robot system UR3, consisting of: UR3 Robot Arm CB 3.1 Control Box TP 3.1 Teach Pendant	
DELTA report(s) DELTA project no. T209612, DANAK-19/14749 DELTA project no. T209963, DANAK-19/14964	
Other document(s)	
Conclusion The Robot system UR3 including its Robot Arm, Control Box and Teach Pendant has been tested according to the below listed standards. The test results are given in the DELTA report listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests, as specified in the annexes of the test reports mentioned above, were fulfilled. IEC 60068-2-1:2007, Test Ae: -5 °C, 16 h IEC 60068-2-2:2007, Test Be: +50 °C, 16 h IEC 60068-2-27:2008, Test Ea: 160 g, 1 ms, 3 x 6 shocks IEC 60068-2-64:2008, Test Fh: 5 – 10 Hz: 0.0025 (m/s ²) ² /Hz, 10 – 50 Hz: 0.04 (m/s ²) ² /Hz, 100 Hz: 0.0025 (m/s ²) ² /Hz, 1.5 m/s ² (0.15 grms), 3 x 30 min.	
Date Hørsholm, 06 February 2015	Assessor  Susanne Otto B.Sc.E.E., B.Com (Org)

DELTA - Venlighedsvej 4 - 2970 Hørsholm - Denmark - Tel. +45 72 19 40 00 - Fax +45 72 19 40 01 - www.delta.dk

20ass-sheet-j

В.6 Сертификат испытаний на ЭМС



We help ideas meet the real world

Attestation of Conformity

EMC assessment - Certificate no. 1549

DELTA has been designated as Notified Body by the notified authority National Telecom Administration part of the Energy Agency in Denmark to carry out tasks referred to in Annex III of the European Council EMC Directive. The attestation of conformity is in accordance with the essential requirements set out in Annex I.

DELTA client

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Product identification (type(s), serial no(s).)

UR robot generation 3, G3, including CB3/AE for models UR3, UR5 and UR10

Manufacturer

Universal Robots A/S

Technical report(s)

DELTA Project T207371, EMC Test of UR5 and UR10 - DANAK-19/13884, dated 26 March 2014
DELTA Project T209172, EMC Test of UR3 - DANAK-19/14667, dated 05 November 2014
UR EMC Test Specification G3 rev 3, dated 30 October 2014
EMC Assessment Sheet 1351

Standards/Normative documents

EMC Directive 2014/30/EU, Article 6
EN/(IEC) 61326-3-1:2008, Industrial locations, SIL 2 applications
EN/(IEC) 61000-6-2:2005
EN/(IEC) 61000-6-4:2007+A1

DELTA

Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Denmark

Tel. +45 72 19 40 00
Fax +45 72 19 40 01
www.delta.dk
VAT No. 12275110

The product identified above has been assessed and complies with the specified standards/normative documents. The attestation does not include any market surveillance. It is the responsibility of the manufacturer that mass-produced apparatus have the same EMC quality. The attestation does not contain any statements pertaining to the EMC protection requirements pursuant to other laws and/or directives other than the above mentioned if any.

Hørsholm, 08 August 2016



Knud A. Baltsen
Senior Consultant

20aocass-uk-j

В.7 Сертификат испытаний в условиях чистых помещений

ZERTIFIKAT ♦ CERTIFICATE ♦ CERTIFICADO ♦ CERTIFICAT



Industrie Service

CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260 Odense S; Dänemark, that the product

Roboter, Model: UR3 / Typ INDUSTRIAL

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO Class 5 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August 2016.

The implementation of the testing and certification is carried out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 2589737-01
Report-Nr.: 203195-1
Valid till: August 2018



Dipl.-Ing. (FH) Walter Ritz
Berlin, 25. August 2016
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin



Industrie Service

ZERTIFIKAT ♦ CERTIFICATE ♦ CERTIFICADO ♦ CERTIFICAT

CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260 Odense S; Dänemark, that the product

Controller for UR 3 & UR 5 & UR 10

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO Class 6 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August 2016.

The implementation of the testing and certification is carried out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 2589737-04
Report-Nr.: 203195
Valid till: August 2018



Dipl.-Ing. (FH) Walter Ritz
Berlin, 25. August 2016
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin

С Применимые стандарты

В данном разделе описаны соответствующие стандарты, используемые в процессе разработки манипулятора робота и блока управления. В случае если номер Европейской директивы указан в скобках, это означает, что стандарт согласован в соответствии с такой Директивой.

Стандарт не является законом. Стандарт представляет собой документ, разработанный заинтересованными участниками внутри данной отрасли, который определяет стандартные требования к безопасности и производительности для продукта или группы продуктов.

Сокращения означают следующее:

ISO	International Standardization Organization
IEC	International Electrotechnical Commission
EN	European Norm
TS	Technical Specification
TR	Technical Report
ANSI	American National Standards Institute
RIA	Robotic Industries Association
CSA	Canadian Standards Association

Соответствие следующим стандартам гарантируется только в случае соблюдения всех инструкций по сборке и безопасности, а также указаний настоящего руководства.

ISO 13849-1:2006 [ПЛУ]

ISO 13849-1:2015 [ПЛУ]

ISO 13849-2:2012

EN ISO 13849-1:2008 (E) [ПЛУ – 2006/42/EC]

EN ISO 13849-2:2012 (E) (2006/42/EC)

Safety of machinery – Safety-related parts of control systems

Part 1: General principles for design

Part 2: Validation

В соответствии с требованиями данных стандартов, система управления безопасностью разработана в качестве Уровня производительности d (ПЛУ).

ISO 13850:2006 [Останов категории 1]

ISO 13850:2015 [Останов категории 1]

EN ISO 13850:2008 (E) [Категория останова 1 - 2006/42/EC]

EN ISO 13850:2015 [Категория останова 1 - 2006/42/EC]

Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design

В соответствии с требованиями данного стандарта функция аварийного останова разработана в

качестве останова категории 1. Останов категории 1 представляет собой контролируемый останов, который осуществляется с помощью питания электродвигателей для останова с последующим отключением питания после останова.

ISO 12100:2010

EN ISO 12100:2010 (E) [2006/42/EC]

Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction

Оценка роботов UR произведена в соответствии с принципами данного стандарта.

ISO 10218-1:2011

EN ISO 10218-1:2011 (E) [2006/42/EC]

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots

Part 1: Robots

Данный стандарт предназначен для изготовителя роботов, не сборщика. Вторая часть (ISO 10218-2) предназначена для сборщиков роботов, поскольку в ней содержится информация об установке и разработке решений для применения робота.

Авторы данного стандарта косвенно подразумевают традиционных промышленных роботов, безопасность которых традиционно обеспечивается ограждениями и световыми защитными завесами. Проектирование роботов UR осуществляется с учетом постоянно действующих ограничений усилия и мощности. Поэтому, ниже приведены уточнения и разъяснения некоторых концепций.

Если робот UR используется в опасной среде, может потребоваться использование дополнительных мер безопасности, см. главу 1 в данном руководстве.

Уточнение:

- **Вк3.24.3 Безопасное пространство** В^н определяется предохранительным ограждением по периметру. Как правило, безопасное пространство представляет собой пространство за ограждением, защищающее людей от опасных традиционных роботов. Роботы UR поддерживают возможность работы без ограждения с помощью встроенной совместной функции безопасности ограничения усилия и мощности при отсутствии безопасного пространства, ограниченного ограждением по периметру.
- **Вк5.4.2 Требования к производительности** В^н. Все функции безопасности разработаны в качестве ПЛУ в соответствии с ISO 13849-1:2006. В конструкции робота предусмотрены резервные системы кодовых датчиков в каждом сочленении, а входы/выходы безопасности сконструированы по категории 3¹. Для образования структуры уровней производительности d (PLd) полной функции безопасности подключение входов/выходов безопасности должно быть выполнено согласно данному руководству к оборудованию категории безопасности 3.
- **Вк5.7 Режимы работы** В^н. Роботы UR не поддерживают несколько режимов работы и, поэтому, у них отсутствует переключатель режимов.
- **Вк5.8 Органы управления подвешенного пульта** В^н. В данном разделе содержится описание защитных функций подвешенного пульта обучения при использовании в безопасном пространстве. Поскольку роботы UR предназначены для совместной работы, у них отсутствует необходимость в безопасном пространстве в отличие от традиционных роботов. Роботы UR более безопасны в обучении по сравнению с традиционными роботами. Вместо того чтобы использовать трехпозиционное

¹ Согласно ISO 13849-1; подробную информацию см. в глоссарии

устройство включения, оператор может просто остановить робота рукой. Если роботы UR устанавливаются в опасном месте, к роботам могут подключаться трехпозиционные устройства защиты, как описано в руководстве. Дополнительную информацию см. в ISO/TS 15066 пункт 5.4.5.

- Вк5.10 Требования к совместной работе Вв. Функция совместного ограничения усилия и мощности роботов UR всегда активна. Внешний дизайн роботов UR свидетельствует о том, что они могут использоваться для совместных операций. Разработка функций ограничения усилия и мощности выполнена в соответствии с требованиями ISO 10218-1 пункт 5.10.5. Дополнительную информацию см. в ISO/TS 15066 пункт 5.5.4.
- Вк5.12.3 Безопасная программируемая ось и ограничение зоны Вв. Данная функция безопасности является одной из функций безопасности, настраиваемых программно. На основе параметров всех данных функций безопасности осуществляется создание хэш-кода, который отображается в качестве контрольного идентификатора безопасности в графическом интерфейсе.

ISO/TS 15066:2016

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots – Collaborative operation

Данный документ представляет собой Технические характеристики (ТХ), это не стандарт. Целью ТХ является предоставление комплекта проектных требований с целью анализа возможности их использования в отрасли. По определению, ТХ не является достаточно проработанными, чтобы быть согласованы с европейскими директивами.

Эти ТХ предназначены одновременно для производителя робота и сборщика робота. Роботы UR соответствуют частям, относящимся к роботам самим по себе и сборщик может использовать ТХ при сборке робота.

Эти ТХ представляют собой сборник необязательных требований и указаний, которые являются дополнением к стандартам ISO 10218 в части совместных роботов. В дополнение к основному тексту ТХ включают приложение А с таблицей, в которой приведены рекомендации для ограничения давления и силы. Эти рекомендации основаны на не причинении боли или травмы. Важно прочитать и понять примечание под этой таблицей, так как многие из ограничений основаны только на заниженных оценках и литературных данных. Любые из величин могут измениться в будущем при получении новых данных. Приложение А является неофициальной и необязательной частью ТХ и следовательно сборщик может не применять предельные значения из Приложения А.

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

Данный американский стандарт представляет собой стандарты ISO ISO 10218-1 и ISO 10218-2, объединенные в один документ. Язык изменен с британского английского на американский английский, однако содержимое документа сохранено.

Обратите внимание, что вторая часть (ISO 10218-2) данного стандарта предназначена для сборщиков системы робота, не Universal Robots.

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements

Данный канадский стандарт представляет собой стандарты ISO ISO 10218-1 (см. выше) и -2, объединенные в один документ. CSA добавил дополнительные требования к пользователю робототехнической системы. Некоторые из данных требований должны быть адресованы сборщикам роботов.

Обратите внимание, что вторая часть (ISO 10218-2) данного стандарта предназначена для сборщиков системы робота, не Universal Robots.

IEC 61000-6-2:2005

IEC 61000-6-4/A1:2010

EN 61000-6-2:2005 [2004/108/EC]

EN 61000-6-4/A1:2011 [2004/108/EC]

Electromagnetic compatibility (EMC)

Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments

Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments

Данные стандарты содержат требования к электрическим и электромагнитным помехам. Соответствие требованиям данных стандартов гарантирует эффективную работу роботов UR в промышленных средах и отсутствие создания помех другому оборудованию.

IEC 61326-3-1:2008

EN 61326-3-1:2008

Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements

Part 3-1: Immunity requirements for safety-related systems and for equipment intended to perform safety-related functions (functional safety) - General industrial applications

Данный стандарт содержит расширенные требования к обеспечению ЭМС для функций безопасности. Соответствие требованиям данных стандартов гарантирует безопасность роботов UR даже если другое оборудование превышает пределы ЭМС, заданные в стандартах IEC 61000.

IEC 61131-2:2007 (E)

EN 61131-2:2007 [2004/108/EC]

Programmable controllers

Part 2: Equipment requirements and tests

Обычные и безопасные входы/выходы 24 В разработаны в соответствии с требованиями данного стандарта с целью обеспечения надежного обмена данным с другими системами ПЛК.

ISO 14118:2000 (E)

EN 1037/A1:2008 [2006/42/EC]

Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up

Данные стандарты весьма схожи между собой. Они определяют принципы безопасности для избежания неожиданного запуска в результате непреднамеренного включения питания во время обслуживания или ремонта, результатом которого является непреднамеренная подача команд запуска.

IEC 60947-5-5/A1:2005

EN 60947-5-5/A11:2013 [2006/42/EC]

Low-voltage switchgear and controlgear

Part 5-5: Control circuit devices and switching elements - Electrical emergency stop device with mechanical latching function

Действие непосредственного открытия и механизм безопасной блокировки кнопки аварийного останова соответствуют требованиям данного стандарта.

IEC 60529:2013

EN 60529/A2:2013

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

В данном стандарте содержатся требования к классу защиты корпуса для защиты от попадания воды и пыли. Роботы UR разработаны и имеют присвоенную классификацию степени защиты в соответствии с данным стандартом, см. табличку на роботе.

IEC 60320-1/A1:2007

IEC 60320-1:2015

EN 60320-1/A1:2007 [2006/95/EC]

EN 60320-1:2015

Appliance couplers for household and similar general purposes

Part 1: General requirements

Силовой кабель соответствует данному стандарту.

ISO 9409-1:2004 [Тип 50-4-M6]

Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces

Part 1: Plates

Фланец для подсоединения инструмента роботов UR соответствует типу 50-4-M6 данного стандарта. Конструкция инструментов робота также должна соответствовать данному стандарту для обеспечения корректной установки.

ISO 13732-1:2006

EN ISO 13732-1:2008 [2006/42/EC]

Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces

Part 1: Hot surfaces

Конструкция UR позволяет ограничивать температуру поверхности эргономичным диапазоном значений, указанном в данном стандарте.

IEC 61140/A1:2004

EN 61140/A1:2006 [2006/95/EC]

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

Конструкция роботов UR соответствует требованиям данного стандарта и обеспечивает защиту от поражения электрическим током. Подключение к защитному заземлению является обязательным в соответствии с Руководство по установке оборудования.

IEC 60068-2-1:2007

IEC 60068-2-2:2007

IEC 60068-2-27:2008

IEC 60068-2-64:2008

EN 60068-2-1:2007

EN 60068-2-2:2007

EN 60068-2-27:2009

EN 60068-2-64:2008

Environmental testing

Part 2-1: Tests - Test A: Cold

Part 2-2: Tests - Test B: Dry heat

Part 2-27: Tests - Test Ea and guidance: Shock

Part 2-64: Tests - Test Fh: Vibration, broadband random and guidance

Испытания роботов UR выполнены в соответствии с методами испытаний, указанными в данных стандартах.

IEC 61784-3:2010

EN 61784-3:2010 [SIL 2]

Industrial communication networks – Profiles

Part 3: Functional safety fieldbuses – General rules and profile definitions

В данных стандартах содержатся требования к безопасным шинам обмена данными.

IEC 60204-1/A1:2008

EN 60204-1/A1:2009 [2006/42/EC]

Safety of machinery – Electrical equipment of machines

Part 1: General requirements

Применены общие принципы данных стандартов.

IEC 60664-1:2007

IEC 60664-5:2007

EN 60664-1:2007 [2006/95/EC]

EN 60664-5:2007

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems

Part 1: Principles, requirements and tests

Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm

Электрическое оборудование роботов UR разработано в соответствии с данным стандартом.

EUROMAP 67:2015, V1.11

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

Роботы оборудованы блоком для подключения дополнительных устройств Е67 для обмена данными с литейными машинами, соответствующими требованиям данного стандарта.

D Технические характеристики

Тип робота	UR3
Вес	11 kg / 24.3 lb
Максимальная разрешенная полезная нагрузка (см. раздел 4.4)	3 kg / 6.6 lb
Охват	500 mm / 19.7 in
Диапазоны сочленений	Неограниченное вращение фланца для подсоединения инструмента, $\pm 360^\circ$ для всех других сочленений
Скорость	Все запястные сочленения: Макс. $360^\circ/\text{s}$ Другие сочленения: Макс. $180^\circ/\text{s}$. Инструмент: Прибл. 1 m/s / Прибл. 39.4 in/s.
Стабильность позиционирования	$\pm 0.1 \text{ mm}$ / $\pm 0.0039 \text{ in}$ (4 mils)
Площадь у основания	$\varnothing 128 \text{ mm}$ / 5.0 in
Степени свободы	6 вращающихся сочленений
Размер блока управления (Ш × В × Г)	475 mm × 423 mm × 268 mm / 18.7 in × 16.7 in × 10.6 in
Порты ввода-вывода блока управления	16 цифровых входов, 16 цифровых выходов, 2 аналоговых входа, 2 аналоговых выхода
Порты ввода-вывода инструмента	2 цифровых входа, 2 цифровых выхода, 2 аналоговых входа
Ввод/вывод питания	24 V 2 A в блоке управления и 12 V/24 V 600 mA инструменте
Обмен данными	TCP/IP, 1000 Мбит: IEEE 802.3u, 100BASE-T Разъем Ethernet, Modbus TCP & Адаптер EtherNet/IP, Profinet
Программирование	Графический пользовательский интерфейс PolyScope с 12-дюймовым сенсорным экраном
Шумность	70 dB(A)
Классификация защиты	IP54
Классификация чистых помещений	Манипулятор робота: класс 5 ISO Блок управления: класс 6 ISO
Энергопотребление	Прибл. 100 W при использовании типичной программы
Совместная работа	15 улучшенных функций безопасности. В соответствии с: EN ISO 13849-1:2008, PLd и EN ISO 10218-1:2011, пункт 5.10.5
Материалы	Алюминий, ПП-пластик
Температура	Робот может работать при диапазоне температур окружающей среды в $0-50^\circ\text{C}$. При высокой продолжительной скорости сочленений максимальная допустимая температура окружающей среды ниже.
Электропитание	100-240 VAC, 50-60 Hz
Проводка	Кабель между роботом и блоком управления (6 m / 236 in) Кабель между сенсорным экраном и блоком управления (4.5 m / 177 in)

Е Таблицы функций безопасности

Е.1 Таблица 1

Table 1: Safety Function (SF) Descriptions NOTE: all safety functions are individual safety functions

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
SF0	Internal	Emergency Stop 1, 2, 3, 4 <i>There are two Emergency Stop safety functions</i>	Pressing Estop on the Teach Pendant ¹ or the External Estop (if using the Estop Safety Input configured for Estop) results in both a Cat 0 & a Cat 1 stop according to IEC 60204-1 (NFPA79) ³ . These are SF0 and SF1, respectively. • SF0: 524ms timer setting in each safety controller's microprocessor. At the end of the 524ms, Cat 0 stop³ (IEC 60204-1) is initiated by each microprocessor. • SF1: Command¹ all joints and power to stop. This is a Cat 1 stop³ per IEC 60204-1. • The stopping times⁴ of the SF0 and SF1 Estop safety functions differ. • SF0 has a functional safety rating of PLd Cat3 which stops power immediately with a worst-case scenario stopping time of 1250ms, even if all joint monitoring failed at the same time and the robot is at maximum speed after 524ms. • SF1 has a safety rating of PLd Cat2 (see page 6) with a maximum stop time of 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10. See the User Manual for more information. The stop time can be reduced by the application's safety limit (SF3, 4, 6, 7, 8, 9) settings and the stop times provided in the User Manual.	Robot Arm
SF1				
SF2	Logic and outputs INTERNAL	Safeguard Stop (Protective Stop)	This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which initiates a Cat 2 stop ³ per IEC 60204-1. <i>For the safety rating of the completely integrated safety function, add the PFHd of the external protective device to the PFHd of SF2. If a PLd Cat3 stop is needed for protective devices, connect the protective device and configure the input as if it were an external Estop input (See SF0).</i>	Robot Arm
SF3	Internal	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Exceeding the Joint Position limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). Each joint can have its own limit. <i>Limits the set of allowed Joint Positions that the joints can move to. It is set directly in the safety setup part of the UI where you can enter values. It is a means of safety-rated soft axis limiting and space limiting, according to ISO 10218-1:2011, 5.12.3.</i>	Joint (each)
SF4	Internal	Joint Speed Limit	Exceeding a Joint Speed limit results in a Cat 0 stop ⁵ per IEC 60204-1. Each joint can have its own limit.	Joint (each)

¹ Communications between the Teach Pendant, controller, & the robot arm (between joints) are SIL 2, according to IEC 61784-3. Any failure will be detected within 16ms. See [NOTES](#)

² **Estop validation:** The Estop button is evaluated within the Teach Pendant, then communicated¹ to the safety controller by SIL2. To validate the Teach Pendant Estop functions, press the Estop button and verify an Estop results. See Estop Output for information about Estop I/O.

³ **Stop Categories** according to IEC 60204-1 (NFPA79)

- **Category 0 and 1** result in the removal of drive power, with Cat 0 being IMMEDIATE and Cat 1 being a controlled stop (decelerate, then power removal). Estop is either Cat 0 or Cat 1. As an exception, Estop can result in a Cat 2 stop.
- **Category 2** is a stop where drive power is NOT removed. Category 2 stop specifications are defined in IEC 60204-1, while SS1 and SS2 are defined IEC 61800-5-2.

⁴ **Emergency Stop response time:** Selecting Estop results in having both PLd Cat 2 and PLd Cat 3 Estops. It is an integration decision whether the PLd Cat2 or PLd Cat3 response time is used for calculating the stopping distance. Typically, the protective stop stopping time is intended for protective purposes.

⁵ **Stop Categories** according to IEC 60204-1 (NFPA79)

- **Category 0 and 1** The drive power is removed, with Cat 0 being IMMEDIATE and Cat 1 being a controlled stop (decelerate, then power removal). Estop must be either Cat 0 or Cat 1.
- **Category 2** The drive power is NOT removed. Category 2 stop specifications are defined in IEC 60204-1, while SS1 and SS2 are defined IEC 61800-5-2.

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
			Limits the set of allowed Joint Speeds. It is in the Teach Pendant's safety setup where you can enter values. It can be used to limit fast joint movements, for instance to limit risks related to singularities.	
SF5	Internal	Joint Torque Limit	Exceeding the joint torque limit results in a Cat 0 stop ⁵ (per IEC 60204-1). This is not accessible to the user as it is a factory setting, part of the force limiting safety function.	Joint (each)
SF6	Internal	TCP Pose Limit	Monitors the TCP position and orientation. Any violation of a safety plane or TCP Pose Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). This safety function consists of two parts: (1) The safety planes which limit the possible TCP positions by providing TCP inclusion/exclusion zones, and (2) The TCP orientation limit, which has an allowed direction and a tolerance. When a limit (plane or TCP pose) is violated, a Cat 0 stop is initiated.	TCP
SF7	Internal	TCP Speed Limit	Exceeding the TCP speed limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1).	TCP
SF8	Internal	TCP Force Limit	Exceeding the TCP force limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). Limits the external clamping force exerted by the robot. See also Joint Torque Limit (SF5).	TCP
SF9	Internal	Momentum Limit	Exceeding the Momentum Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). The Momentum Limit is useful for limiting transient impacts and affects the entire robot arm.	Robot Arm
SF10	Internal	Power Limit	Exceeding the Power Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). This function monitors the mechanical work (sum of joint torques times joint angular speeds) performed by the robot. This affects the current to, and the speed of, the robot arm. This function dynamically limits the current/torque but maintain the speed.	Robot Arm
SF11	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Estop Output	When configured for Estop output and there is an Estop condition (see SF1), the dual outputs are LOW. If there is no Estop condition, dual outputs are HIGH. Pulses are not used but are tolerated. For the integrated functional safety rating with an external Estop device, add the PFHd of the UR Estop function (SF0 or SF1) to the PFHd of the external logic (if any) and its components (e.g. Estop pushbutton). ⁶	External connection to logic &/or equipment
SF12	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Moving: Digital Output	Whenever the robot is moving, the dual Digital Outputs are LOW. Outputs are HIGH when the robot is not moving. The functional safety rating is for inside the robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment
SF13	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not stopping: Digital Output	Whenever the robot is STOPPING (i.e., in the process of stopping or in a stand-still condition) the dual Digital Outputs are HIGH. When outputs are LOW, robot is NOT in the process or stopping and NOT in a stand-still condition. The functional safety rating is for inside the robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment
SF14	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is in Reduced Mode , the dual Digital Outputs are LOW. See Robot Reduced Mode below. The functional safety rating is for inside the robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment
SF15	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not Reduced Mode:	Whenever the robot is NOT in Reduced Mode, the dual Digital Outputs are LOW. The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment

⁶ **Estop validation:** The Estop button is evaluated in the Teach Pendant, then communicated¹ to the safety controller by SIL2 communications. See Communications and Safety Functions on page 10. To validate the Estop function, press the Teach Pendant Estop button and verify an Estop results. See footnote 13. The connection from the Teach Pendant to the safety controller is by safety communications according to SIL 2 (See page 10). See Estop Output for information about Estop I/O.

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
		Digital Output		
Robot Reduced Mode	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	Reduced Mode Input	Reduced Mode is initiated by a safety plane/boundary (starting at 2cm of the plane) or by use of an input to initiate (will achieve reduced settings within 500ms). When the external connections are LOW, Reduced Mode is initiated. Reduced Mode means that ALL Reduced Mode limits are ACTIVE. <i>Reduced Mode is not a safety function, rather it is a state affecting the settings of the following safety function limits: SF3 Joint Position, SF4 Joint Speed, SF6 TCP pose limit, SF7 TCP speed, SF8 TCP force, SF9 Momentum, and SF10 power.</i>	Robot Arm
Safeguard Reset	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	Safeguard Reset Input	When configured for Safeguard Reset and the external connections transition from LOW to HIGH, the safeguard stop RESETS. Safety input to initiate a reset of safeguard stop safety function SF2.	Robot
Enabling Device	External Enabling Device as input to UR Robot logic	Three- Position Enabling Device INPUT	When the external Enabling Device connections are LOW, a Safeguard Stop (SF2) is initiated. Recommendation: Use with a mode switch as a safety input. If a mode switch is not used and connected to the safety inputs, then the robot mode will be determined by the Teach Pendant. If the Teach Pendant is in Run Mode—the enabling device will not be active. Programming Mode—the enabling device will be active. Password protection is available to change modes.	Robot
Mode Selection	External Mode Switch using dual Inputs (1 through 4) and internal logic	Mode Switch INPUT	When the external connections are LOW, Operation Mode (running) is in effect. When HIGH, it is Programming or Teach Mode. Must be used with an Enabling Device as a safety input. When in Teach/Program Mode, the switch inputs are HIGH, and enabling device is required. When in Teach/Program Mode, the TCP Speed is limited to 250mm/s. The speed can be increased using the Teach Pendant “speed-slider,” but upon activating the enabling device, the speed limit resets to 250mm/s.	Robot

Е.2 Таблица 2

Table 2: Compliance and ISO 13849-1 Functional Safety Information ^{7, 8}

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1 ⁹	IEC 61800-5-2 Stop: power to switching devices retained for Category 2 Stop	PL	Cat	PFHd UR 3/5/10
SF0	Emergency Stop ^{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14} There are two separate Emergency Stop safety functions: SF0 and SF1	No	Cat 1 Stop 524ms time-delay before Cat 0 Stop is initiated	NA	d	3	4.38E-8 See ¹⁰
SF1	Emergency Stop ^{11, 13, 14} There are two safety functions: SF0 & SF1	No	Cat 1 Stop when at SS1 standstill, Cat 0 Stop initiated	SS1 ¹⁵ when at SS1 standstill, Cat 0 Stop initiated	d	2	3.16E-07 See ¹⁰
SF2	Safeguard Stop (Protective Stop)	No	Cat 2	SS2 ¹⁶	d	2	3.15E-07

⁷ All safety functions are individual safety functions.

⁸ **MTTFd is limited to 100 years by ISO 13849-1.** The actual MTTFd values are greater than 100 years. **For all safety functions, the DCavg is 90%.**

⁹ **Stop Categories according to IEC 60204-1 (NFPA79).**

- **Category 0 and 1** result in the removal of drive power, with Cat 0 being IMMEDIATE and Cat 1 being a controlled stop before removal of power. Estop is either Cat 0 or Cat 1.
- **Category 2** is a stop where drive power is NOT removed. For Category 2 stops, specifications are defined in IEC 60204-1, while SS1 and SS2 are defined IEC 61800-5-2.

¹⁰ **Emergency stop safety functions:** MTTFd, DCavg and PFHd uses fault exclusion in accordance with ISO 13849-1 due to use of direct acting contacts. If fault exclusion were **not** used, then the PFHd values would be: **SF0:** 1.60E-07; **SF1:** 4.27E-07; **SF11:** 1.56E-07.

¹¹ **Emergency stop components and safety function** complies with IEC 60204-1, IEC 60947-5-1 (direct acting contacts), ISO 13850 and ISO 13849-1.

¹² **Communications between the Teach Pendant and the controller, as well as within the robot arm & between joints are SIL 2** for safety data, according to IEC 61784-3. Any failure will be detected within 16ms. See Communications and Safety Functions on page [10](#).

¹³ **Estop validation:** The Teach Pendant Estop button is evaluated in the Teach Pendant, then communicated¹ to the safety controller by SIL2 communications. To validate the Teach Pendant Estop function, press the Teach Pendant Estop button and verify an Estop results. See Estop Output for information about Estop I/O.

¹⁴ **Emergency Stop response time:** From a Teach Pendant standpoint, selecting Estop results in having both the PLd Cat 2 and PLd Cat 3 Estop. It is an integration decision whether the PLd Cat2 or PLd Cat3 response time is used to calculate the stopping distance.

¹⁵ **SS1 (Safe Stop 1)** according to IEC 615800-5-2

- a) Initiates and controls the motor deceleration rate within set limits to stop the motor and initiates the STO function when the motor speed is below a specified limit; or
- b) Initiates and monitors the motor deceleration rate within set limits to stop the motor and initiates the STO function when the motor speed is below a specified limit; or
- c) Initiates the motor deceleration and initiates the STO function after an application specific time delay.

NOTE: This safety function corresponds to a controlled stop in accordance with stop category 1 of IEC 60204-1.

¹⁶ **SS2 (Safe Stop 2) according to IEC 615800-5-2**

- a) Initiates and controls the motor deceleration rate within set limits to stop the motor and initiates the safe operating stop function when the motor speed is below a specified limit; OR

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1 ⁹	IEC 61800-5-2 Stop: power to switching devices retained for Category 2 Stop	PL	Cat	PFHd UR 3/5/10
Mode Selection	Mode switch INPUT	Input & I/O Configuration	Cat 2	SS2 ¹⁸	d	2	3.15E-07

NOTES:

All safety functions are individual safety functions. The UR safety controller has two microprocessors for monitoring incoming inputs, logic, and communications.

Stopping times of the SF0 and SF1 Emergency Stop safety functions:

SF0 has a functional safety rating of PLd Cat3. This means the worst-case stopping time is 1250ms, even if all joint safety monitoring failed at the same time, at full speed, and after 524ms.

SF1 has a functional safety rating of PLd Cat2 with a maximum stop time of approximately 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10 (see the User Manual for information). The application stop time can be reduced depending on the application's safety limits (SF3, 4, 6, 7, 8, 9, 10) settings and the use of the stop time information provided in the manual. *From a Teach Pendant standpoint, selecting Estop results in having both a PLd Cat 2 and PLd Cat 3 Estop.*

SF2 has a functional safety rating of PLd Cat2 with a reliable (see functional safety information) and realistic maximum stop time of approximately 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10. See the User Manual for specific information. The application stop time can be reduced depending on the application's safety limits (SF3, 4, 6, 7, 8, 9, 10) settings and the use of the stop time information provided in the manual.

It is an integration decision whether the Protective Stop (PLd Cat2) or the Emergency Stop (PLd Cat3) response time is to be used for the calculation of the stopping distance. Since the Emergency Stop is not considered a safeguard, it is typically recommended to use the Safeguard Stop (Protective Stop) stopping time.

Communications and Safety Functions:

Communications between the Teach Pendant and the controller, as well as within the robot arm & between joints are SIL 2 for safety data, according to IEC 61784-3. Any failure will be detected within 16ms. Some diagnostics require filtering of data to avoid false positives. In these cases, the detection of a fault can range from 8 to 25ms. Depending on the safety function and its diagnostics, fault detection is between 16ms and 33ms. It is recommended to use 33ms, due to the detection variability.

Part II

Руководство PolyScope

10 Конфигурация безопасности

10.1 Введение

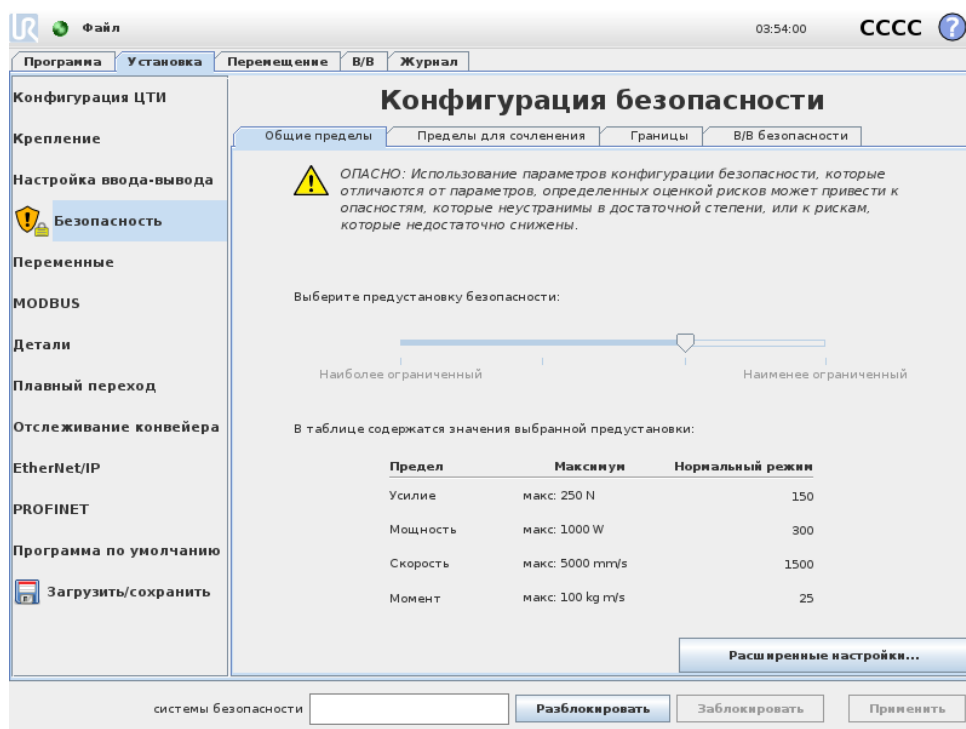
Робот оборудован комплексной системой безопасности. В зависимости от характеристик рабочей зоны робота, необходимо выполнить установку настроек системы безопасности для гарантии безопасности всех работников и соседнего оборудования. Применение настроек, определенных оценкой рисков, — это самое первое, что должен делать сборщик системы. Сведения о системе безопасности см. в Руководство по установке оборудования.



ОПАСНОСТЬ:

1. Использование и настройка функций и интерфейсов, связанных с безопасностью, должны выполняться в соответствии с оценкой, которую сборщик выполняет для определенного приложения робота, см. Руководство по установке оборудования.
2. Настройки конфигурации безопасности для установки и обучения должны быть применены согласно оценке рисков, выполненной сборщиком системы, и перед первой подачей питания на манипулятор робота.
3. Все настройки конфигурации безопасности на данном экране и его вкладках должны быть установлены в соответствии с оценкой риска, выполняемой специалистом по интеграции системы.
4. Сборщик системы должен удостовериться в том, что все изменения настроек конфигурации безопасности выполняются в соответствии с его оценкой риска.
5. Сборщик системы должен не допускать неуполномоченных лиц к изменению конфигурации безопасности. Для этого следует использовать, например, защиту паролем.

Переход к экрану Конфигурация безопасности можно выполнить с экрана Приветствие (см. 11.4) — для этого нажмите кнопку Программировать робота, выполните переход на вкладку Установка и коснитесь пункта Безопасность. Конфигурация безопасности защищена паролем, см. 10.8.



Настройки безопасности состоят из ряда значений пределов, использующихся для ограничения перемещений манипулятора робота и настроек функций безопасности для настраиваемых входов и выходов. Они устанавливаются в следующих вкладках экрана безопасности:

- На вкладке **Общие пределы** содержатся максимальные ограничения следующих показателей манипулятора робота: усилие, мощность, скорость и момент. В случае наличия высокого риска удара человека или столкновения с частью его среды, данным настройкам необходимо присвоить малые значения. Если риск низкий, более высокие значения общих пределов обеспечивают более быстрое перемещение робота и приложение большего усилия к его среде. Более подробные сведения приведены в 10.10.
- Вкладка **Пределы для сочленения** содержит пределы скорости сочленения и положения сочленения. Пределы скорости сочленения определяют максимальную угловую скорость отдельных сочленений и предназначены для дальнейшего ограничения скорости манипулятора робота. Пределы положения сочленения определяют допустимый диапазон положений отдельных сочленений (в зоне сочленений). Более подробные сведения приведены в 10.11.
- Вкладка **Границы** предназначена для установки плоскостей безопасности (в прямоугольной системе) и границы ориентации инструменты для ЦТИ робота. Плоскости безопасности могут быть настроены как жесткие пределы положения ЦТИ робота, или как границы перехода между Нормальным и Ограниченным режимами (см. 10.6)). Граница ориентации инструмента накладывает жесткий предел на ориентацию ЦТИ робота. Более подробные сведения приведены в 10.12.
- Вкладка **Входы/выходы безопасности** предназначена для определения функций безопасности для настраиваемых входов и выходов (см. 13.2). Например, Экстренный останов может быть настроен в качестве входа. Более подробные сведения приведены в 10.13.

10.2 Изменение конфигурации безопасности

Настройки конфигурации безопасности разрешается изменять только в соответствии с оценкой рисков, выполненной сборщиком.

Ниже приведена рекомендуемая процедура изменения конфигурации безопасности:

1. Убедитесь, что данные изменения соответствуют оценке рисков, выполненной сборщиком.
2. Отрегулируйте настройки безопасности до соответствующего уровня, определенному оценкой рисков, выполненной сборщиком.
3. Убедитесь, что применены настройки безопасности.
4. Добавьте следующий текст в руководство оператора: ВкПеред началом работы вблизи робота, убедитесь в том, что конфигурация безопасности соответствует ожидаемой. Для этого, к примеру, выполните проверку контрольной суммы в правом верхнем углу PolyScore (см. 10.5 в Руководство PolyScore).Въ

10.3 Синхронизация и ошибки конфигурации безопасности

Состояние действующей конфигурации и ее сравнение с загруженной в графический интерфейс установки робота, отображается значком щита рядом с текстом Безопасность в левой части экрана. Данные значки являются удобным индикатором текущего состояния. Их описание приведено ниже:



Конфигурация синхронизирована: Показывает, что установка графического интерфейса идентична действующей конфигурации безопасности. Изменения отсутствуют.



Конфигурация изменена: Показывает, что установка графического интерфейса отличается от действующей конфигурации безопасности.

При изменении конфигурации безопасности значок щита уведомит вас о применении текущих параметров.

В случае, если какое-либо текстовое поле на вкладке Безопасность содержит неверное значение, конфигурация безопасности перейдет в состояние ошибки. Это отображается несколькими способами:

1. Рядом с текстом Безопасность в левой части экрана отображается красный значок ошибки.
2. Подвкладки с ошибками обозначаются красным значком ошибки в верхней части.
3. Текстовые поля с ошибками обозначаются красным фоном.

При наличии ошибок и попытке перехода с вкладки Установка, отображается диалоговое окно со следующими вариантами:

1. Устранить проблемы и удалить ошибки. Отображается, когда красный значок ошибки больше не будет отображаться рядом с текстом Безопасность на левой стороне экрана.
2. Вернуться к ранее примененной конфигурации безопасности. Это приведет к отмене всех изменений и продолжению работы.

В случае отсутствия ошибок и попытке перехода с вкладки, отображается диалоговое окно со следующими вариантами:

1. Применить изменения и выполнить перезапуск системы. Будут выполнены принятие изменений конфигурации безопасности и перезапуск системы. Примечание. Это не означает, что изменения были сохранены. Выключение робота в этот момент приведет к потере всех сделанных изменений установки робота, включая конфигурацию безопасности.
2. Вернуться к ранее примененной конфигурации безопасности. Это приведет к отмене всех изменений и продолжению работы.

10.4 Отклонения

Манипулятор робота использует встроенные отклонения, чтобы не допустить нарушения требований безопасности. Отклонение безопасности – это разница между пределом безопасности и максимальным эксплуатационным значением. Например, общее отклонение скорости составляет $-150/$. Это означает: если пользователь настроит предел скорости на $250/$, то максимальное эксплуатационное значение составит $250 - 150 = 100/$. Отклонения безопасности предотвращают нарушение требований безопасности и одновременно допускают изменения в поведении программы. Например, при работе с тяжелым грузом могут возникать ситуации, при которых манипулятору робота нужно будет непродолжительное время работать со скоростью выше стандартного максимального эксплуатационного значения, чтобы следовать запрограммированной траектории. Пример такой ситуации показан на рисунке 10.1.



ВНИМАНИЕ:

Проведение оценки риска всегда должно осуществляться с использованием значений пределов без учета отклонений.



ВНИМАНИЕ:

Отклонения зависят от версии программного обеспечения. Обновление программного обеспечения может привести к изменению отклонений. Список изменений в каждой версии ПО приведен в заметках к выпуску.

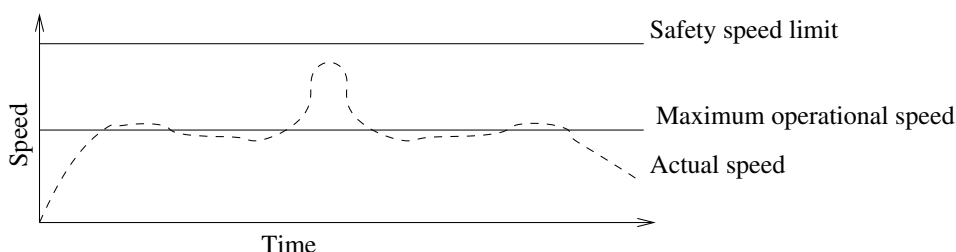


Figure 10.1: Пример отклонения безопасности.

10.5 Контрольная сумма безопасности

Текст в правом верхнем углу экрана содержит краткое описание текущей конфигурации безопасности. Изменение текста также означает изменение конфигурации безопасности. Нажатие на контрольную сумму отображает сведения о текущей активной конфигурации безопасности.

10.6 Режимы безопасности

В обычных условиях (например, при отсутствии активного защитного останова), система безопасности работает в одном из следующих режимах безопасности, каждый из которых имеет соответствующий набор пределов безопасности:

Обычный режим: Режим безопасности, активный по умолчанию;

Ограниченный режим: Режим активен в случае расположения центральной точки инструмента (ЦТИ) робота за пределами плоскости Ограниченного режима при срабатывании (см. 10.12), или в случае его активации настраиваемым входом (см. 10.13).

Режим восстановления: В случае, если манипулятор робота нарушает один из данных режимов (например, Нормальный или Ограниченный) и произошел останов категории 0, ¹ манипулятор робота будет запущен в режиме Восстановление. Этот режим позволяет медленно отвести робота в разрешенную область с помощью вкладок Перемещение или Свободный привод. В данном режиме запуск программ робота не поддерживается.



ВНИМАНИЕ:

Обратите внимание, что в режиме Восстановления отключены пределы для положения сочленения, положения ЦТИ и ориентации ЦТИ, поэтому следует соблюдать предосторожность при возврате манипулятора робота в границы пределов.

Подвкладки меню Конфигурация безопасности позволяют пользователю установить отдельные наборы пределов безопасности для Обычного и Ограниченного режимов. Пределы скорости и момента Ограниченного режима для инструмента и сочленений должны быть более строгими, чем для Обычного режима.

В случае нарушения предела безопасности из активного набора пределов манипулятор робота выполняет останов категории 0. Если при включении манипулятора робота он уже находится в положении, нарушающим активный предел или границу безопасности, его запуск происходит в режиме Восстановления. Это позволяет вернуть манипулятор робота в границы пределов. В режиме Восстановления перемещение манипулятора робота ограничено фиксированным набором пределов, не настраиваемым пользователем. Подробнее о пределах режима Восстановления см. в Руководство по установке оборудования.

10.7 Режим свободного привода

При нахождении в режиме Свободный привод (см. 13.1.5) и когда положение манипулятора робота приближается к определенному пределу, пользователь почувствует отталкивающую

¹ Согласно ИЕС 60204-1; подробную информацию см. в глоссарии.

силу. Приложение силы происходит для пределов положения, ориентации и скорости ЦИТ робота и положения, и скорости сочленений.

Целью приложения нарастающей силы является информирование пользователя о том, что текущее положение или скорость близки к предельным значениям и предотвращение нарушения роботом данного предела. Однако в случае приложения пользователем достаточного усилия к манипулятору робота, возможно нарушение предела. Магнитуда силы возрастает по мере приближения манипулятора робота к пределу.

10.7.1 Обратный проход

В режиме Свободный привод сочленения робота могут перемещаться со сравнительно небольшим усилием, поскольку тормоза отпущены. Во время инициализации манипулятора робота могут наблюдаться незначительные вибрации при отпускании тормозов робота. В некоторых ситуациях, например, когда робот близок к столкновению, данные колебания являются нежелательными, поэтому может использоваться функция Обратный проход для принудительного перемещения определенных сочленений в необходимое положение без отпускания всех тормозов в манипуляторе робота.

Для включения функции Обратный проход:

1. Нажмите ВКЛ. для подачи питания к сочленениям. Робот находится в состоянии ВкБездействиеВъ. Не отпускайте тормоза (т. е. не нажимайте ПУСК).
2. Нажмите и удерживайте кнопку Свободный привод. Робот перейдет в состояние ВкОбратный проходВъ.
3. Тормоза будут отпущены только в сочленениях, на которые оказывается сильное давление, поскольку включена/нажата кнопка Свободный привод. При использовании функции Обратный проход робот ощущает, что свобода перемещения ограничена.

10.8 Защита паролем

Осуществляется блокировка всех параметров на данном экране (см. 15.3) до ввода корректного пароля в текстовое поле белого цвета внизу экрана и нажатия кнопки Разблокировать. Возможно повторная блокировка экрана путем нажатия кнопки Заблокировать. Блокировка вкладки Безопасность осуществляется автоматически при переходе с экрана конфигурации безопасности. Блокировка параметров также обозначается значком замка рядом с текстом Безопасность в левой части экрана. Значок разблокировки отображается при разблокированных параметрах.



ПРИМЕЧАНИЕ:

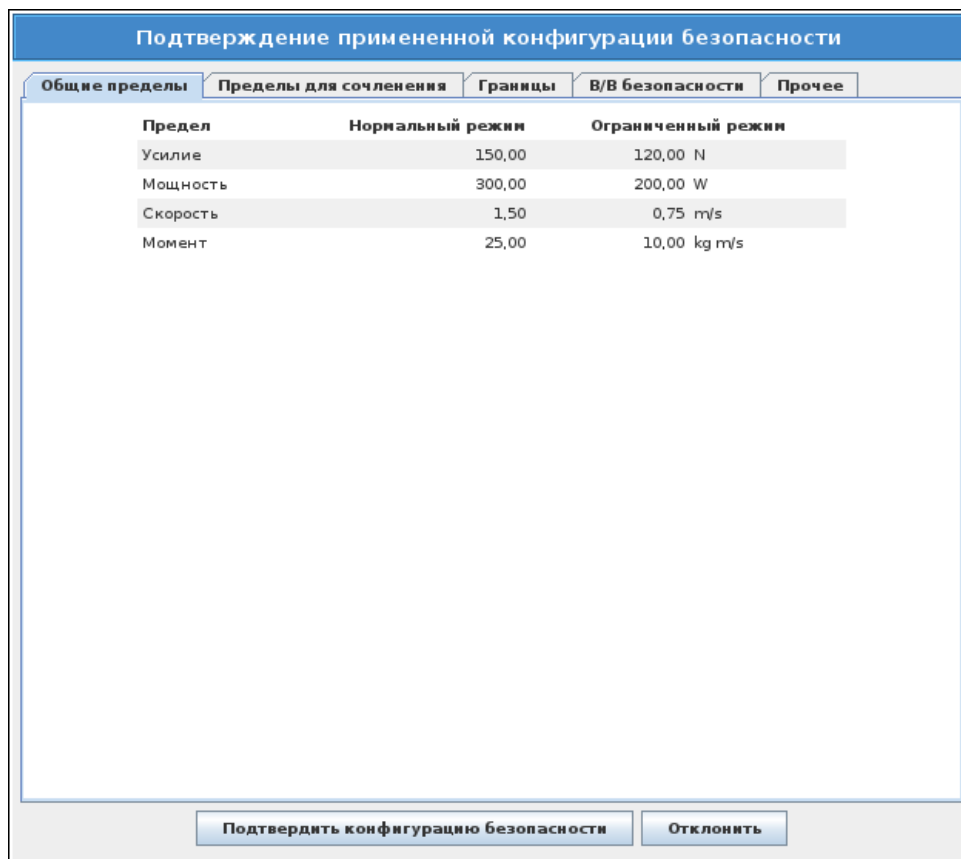
Обратите внимание, что при разблокированном экране конфигурации безопасности питание манипулятора робота отключено.

10.9 Применить

При разблокировании конфигурации безопасности на период внесения изменений питание манипулятора робота будет отключено. Питание манипулятора робота не может быть

включено до принятия или отмены изменений. Ручное включение питания манипулятора робота выполняется только на экране инициализации.

Перед переходом с вкладки установки необходимо выполнить принятие или отмену изменений. Данные изменения не вступят в силу до нажатия кнопки Применить и выполнения подтверждения. Подтверждение требует проведения визуальной проверки изменений манипулятора робота. В целях безопасности информация приведена в СИ. Пример диалога подтверждения приведен ниже.



Предел	Нормальный режим	Ограниченный режим
Усилие	150,00	120,00 N
Мощность	300,00	200,00 W
Скорость	1,50	0,75 m/s
Момент	25,00	10,00 kg m/s

Также, при подтверждении происходит автоматическое сохранение изменений как часть текущей установки робота. Дополнительная информация о сохранении установки робота приведена в 13.5.

10.10 Общие пределы

Общие пределы безопасности предназначены для ограничения линейной скорости ЦТИ робота, в также усилия, которое он может прилагать к своей среде. Они состоят из следующих значений:

Усилие: Предел максимального усилия, которое может прилагать ЦТИ робота к своей среде.

Мощность: Предел максимальной механической работы, производимой роботом на свою среду, с учетом того, что полезная нагрузка является частью робота, а не среды.

Скорость: Предел максимальной линейной скорости ЦТИ робота.

Момент: Предел максимального момента манипулятора робота.

Существует два способа настройки общих пределов безопасности в установке; Основные настройки и Расширенные настройки, полное описание которых приведено ниже.

В процессе настройки общих пределов безопасности только определяют пределы для инструмента, а не общие пределы манипулятора робота. Это означает, что несмотря на наличие предела скорости, это не гарантирует, что на другие компоненты манипулятора робота будут распространяться такие же ограничения.

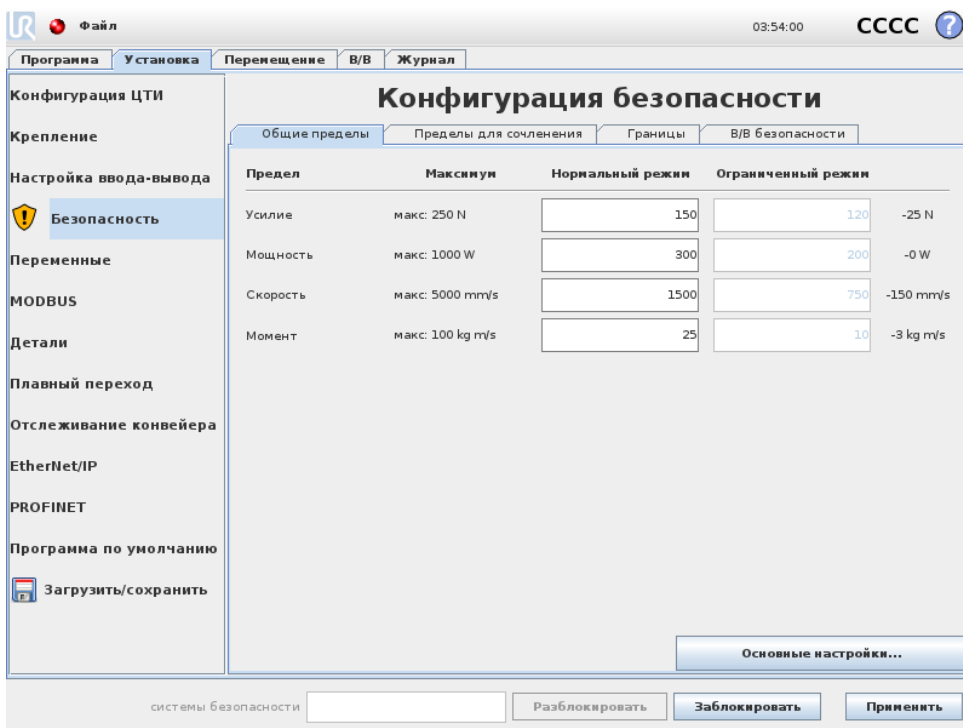
При нахождении в режиме Свободный привод (см. 13.1.5) и когда текущая скорость сочленения ЦТИ близки к пределу Скорости, пользователь почувствует отталкивающую силу, величина которой возрастает по мере приближения скорости к ее пределу. Приложение силы происходит когда текущая скорость составляет приблизительно 250 mm/s от предельной скорости.

Основные настройки На начальной подпанели общих пределов, отображаемой в качестве экрана по умолчанию, расположен ползунок, содержащий четыре предопределенных набора значений для пределов усилия, мощности, скорости и момента как в Нормальном, так и в Ограниченном режиме.

Конкретные наборы значений показаны в графическом интерфейсе пользователя. Предопределенные наборы значений — это только предположения и не должны заменять соответствующую оценку рисков.

Переключение к расширенным настройкам Если ни один из предопределенных наборов значений не подходит, нажмите кнопку Расширенные настройки... для открытия экрана расширенных настроек общих пределов.

Расширенные настройки



Предел	Максимум	Нормальный режим	Ограниченный режим
Усилие	макс: 250 N	150	120 -25 N
Мощность	макс: 1000 W	300	200 -0 W
Скорость	макс: 5000 mm/s	1500	750 -150 mm/s
Момент	макс: 100 kg m/s	25	10 -3 kg m/s

В данном экране каждый из общих пределов, описанных в 10.10, может быть изменен независимо от других. Установка значения осуществляется касанием соответствующего

текстового поля с последующим вводом значения. Наивысшее возможное значение для каждого из пределов приведено в колонке с названием Максимум. Предел усилия можно установить на значение от 100 N (50 N для UR3) и до 250 N, и предел мощности можно установить на значение от 80 W и до 1000 W,

Примечание. Поля для пределов в Ограниченном режиме отключены, если не установлены настройки срабатывания плоскости безопасности и настраиваемого входа (подробнее см. 10.12 и 10.13). Также, значения пределов для Скорости и Момент в Ограниченном режиме не должны превышать аналогичные значения для Нормального режима.

Отклонение и единица измерения для каждого предела приведены в конце соответствующей строки. В процессе работы программы происходит автоматическая регулировка скорости манипулятора робота с целью ее сохранения в интервале введенных значений за вычетом отклонения (см. 10.4). Обратите внимание, что знак минуса, расположенный перед значением отклонения, означает только то, что значение отклонения необходимо вычесть из фактического введенного значения. В случае превышения роботом предела (без учета допуска) система безопасности выполнит останов категории 0.

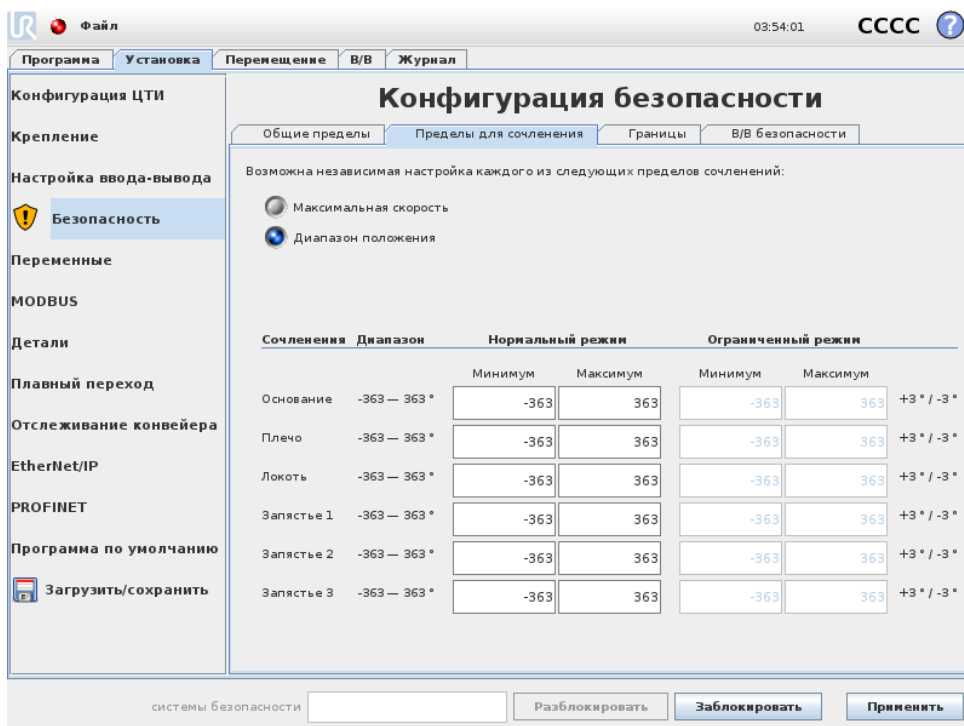


ВНИМАНИЕ:

Предел скорости распространяется только на ЦТИ робота, другие компоненты манипулятора робота могут двигаться с большей, по сравнению с заданной, скоростью.

Переключение к основным настройкам При нажатии кнопки Основные настройки... осуществляется возврат к экрану основных общих пределов и выполняется сброс всех значений общих пределов до настройки По умолчанию. В случае, если данное действие может привести к потере измененных значений, будет отображен диалог с подтверждением данного действия.

10.11 Пределы для сочленения



Пределы сочленений ограничивают движение отдельных сочленений в зоне сочленений, то есть они не принадлежат прямоугольной системе, а внутреннему (вращательному) положению сочленений и их скорости вращения. Кнопки-переключатели в верхней части подпанели позволяют независимо установить Максимальную скорость и Диапазон положения для сочленений.

При нахождении в режиме Свободный привод (см. 13.1.5) и когда текущее положение или скорость сочленения близки к пределу, пользователь почувствует отталкивающую силу, величина которой возрастает по мере приближения сочленения к пределу. Приложение силы происходит когда скорость сочленения составляет приблизительно $20^\circ/\text{s}$ от предельной скорости или положение сочленения составляет приблизительно 8° от предельного положения.

Максимальная скорость Значение данного параметра определяет максимальную угловую скорость каждого сочленения. Установка значения осуществляется касанием соответствующего текстового поля с последующим вводом значения. Наивысшее возможное значение приведено в колонке с названием Максимум. Ни одно из данных значений не может выходить за пределы отклонения.

Обратите внимание, что поля для пределов в Ограниченном режиме отключены когда не установлены настройки срабатывания плоскости безопасности и настраиваемого входа (подробнее см. 10.12 и 10.13). Также, значения пределов для Ограниченного режима не должны превышать аналогичные значения для Нормального режима.

Отклонение и единица измерения для каждого предела приведены в конце соответствующей строки. В процессе работы программы происходит автоматическая регулировка скорости манипулятора робота с целью ее сохранения в интервале введенных значений за вычетом отклонения (см. 10.4). Обратите внимание, что знак минуса, расположенный перед значением

отклонения, означает только то, что значение отклонения необходимо вычесть из фактического введенного значения. В случае же, если угловая скорость какого-то сочленения превысит введенное значение (без учета допуска), система безопасности выполнит останов категории 0.

Диапазон положения Данный экран позволяет задать диапазон положений каждого сочленения. Установка значений осуществляется касанием соответствующего текстового поля с последующим вводом нижней и верхней границ положения сочленения. Введенные значения интервала должны находиться внутри значений, приведенных в колонке Диапазон и значение нижней границы не может превышать значения верхней границы.

Если Запястье 3 используется для приложений, требующих неограниченного количества оборотов в любом направлении, то отметьте опцию Неограниченные пределы для запястья 3.

Примечание. Поля для пределов в Ограниченном режиме отключены, если не установлены настройки срабатывания плоскости безопасности и настраиваемого входа (подробнее см. 10.12 и 10.13).

Отклонение и единица измерения для каждого предела приведены в конце соответствующей строки. Первое значение отклонения предназначено для минимального значения, второе — для максимального. Выполнение программы прерывается после того, как положение сочленения находится близко к границе диапазона, полученной в результате добавления первого отклонения к введенному минимальному значению и вычитания второго отклонения от введенного максимального значения, при продолжении его перемещения по прогнозируемой траектории. Обратите внимание, что знак минуса, расположенный перед значением отклонения, означает только то, что значение отклонения необходимо вычесть из фактического введенного значения. Но если положение сочленения превысит введенный диапазон, система безопасности выполнит останов категории 0.

10.12 Границы

На данной вкладке возможно настроить пределы границ и предел максимально допустимого отклонения ориентации инструмента робота. Также возможно задать плоскости, активирующие переход в Ограниченный режим.

Плоскости безопасности могут использоваться для ограничения допустимой рабочей зоны робота путем сохранения положения ЦТИ робота на корректной стороне заданных плоскостей и запрета прохождения сквозь них. Возможно задать до восьми плоскостей безопасности. Ограничение ориентации инструмента может использоваться для обеспечения отклонения инструмента робота не более чем на заданную величину от заданной ориентации.



ВНИМАНИЕ:

Установка плоскостей безопасности позволяет создать пределы только для ЦТИ — они не являются общими пределами манипулятора робота. Это означает, что несмотря на наличие плоскости безопасности, это не гарантирует, что на другие компоненты манипулятора робота будут распространяться такое же ограничение.

Конфигурация каждого предела границы основана на функциях, заданных в текущей установке робота (см. 13.12).



ПРИМЕЧАНИЕ:

Настоятельно рекомендуется выполнить создание всех функций, необходимых для конфигурации требуемых пределов границ и присвоить им надлежащие имена перед изменением конфигурации безопасности. Обратите внимание, поскольку питание манипулятора робота отключено при разблокированной вкладке Безопасность, функция Инструмент (которая содержит текущее положение и ориентацию ЦТИ робота), а также режим Свободный привод (см. 13.1.5) будут недоступны.

При нахождении в режиме Свободный привод (см. 13.1.5) и когда текущее положение ЦТИ робота близко к плоскости безопасности или отклонение ориентации инструмента робота от необходимой ориентации близко к заданному максимальному отклонению, пользователь почувствует отталкивающую силу, величина которой возрастает по мере приближения ЦТИ к пределу. Приложение силы происходит когда ЦТИ находится приблизительно в 5 см от плоскости безопасности или отклонение ориентации инструмента составляет приблизительно 3° от заданного максимального отклонения.

Если плоскость настроена на переход робота в Ограниченный режим при срабатывании, то при ее пересечении манипулятором робота происходит переход в Ограниченный режим и применение настроек безопасности Ограниченного режима. Плоскости в режиме перехода подчиняются тем же правилам, что и обычные плоскости безопасности, за исключением того, что манипулятор робота могут проходить сквозь них.

10.12.1 Выбор границы для настройки

Панель Границы безопасности, расположенная в левой части закладки, используется для выбора предела границы для настройки.

Для настройки плоскости безопасности нажмите на один из восьми элементов панели. Если выбранная плоскость безопасности уже была настроена, соответствующее трехмерное представление плоскости выделяется в Трехмерном виде (см. 10.12.2) справа от данной панели. Настройка плоскости безопасности выполняется в разделе Свойства плоскости безопасности (см. 10.12.3) в нижней части закладки.

Нажмите элемент Граница инструмента для настройки предела ориентации инструмента робота. Настройка предела выполняется в разделе Свойства границы инструмента (см. 10.12.4) в нижней части закладки.

Нажмите кнопку  /  для управления отображением трехмерной визуализации предела границы. В случае активного предела границ, обозначение режима безопасности (см. 10.12.3 и 10.12.4) выполняется одним из следующих значков  /  /  / .

10.12.2 Трехмерная визуализация

Трехмерный вид отображает настроенные плоскости безопасности и предела границы ориентации для инструмента робота совместно с текущим положением манипулятора робота. Все настроенные

элементы границ, с включенной видимостью (то есть с отображением значка ) в разделе Границы безопасности отображаются совместно с текущим выбранным пределом границ.

(Активные) пределы плоскости безопасности отображаются желтым и черным цветами с небольшой стрелкой, обозначающей перпендикуляр к плоскости — сторону плоскости, на которой разрешено позиционирование ЦТИ робота. Плоскости срабатывания обозначаются синим и зеленым цветами. Небольшой стрелкой обозначена сторона плоскости, которая не вызывает переход в Ограниченный режим. Если плоскость безопасности была выбрана на панели слева от закладки, то происходит выделение соответствующего трехмерного представления.

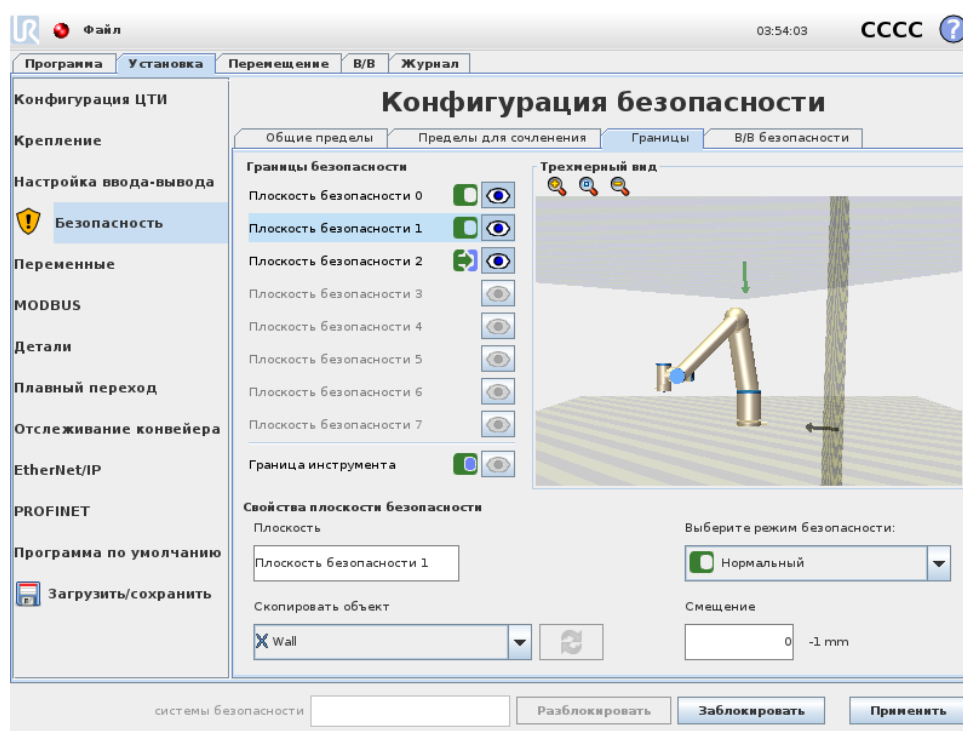
Предел границы ориентации инструмента обозначается шаровым сектором с вектором, обозначающим текущую ориентацию инструмента робота. Внутренняя часть сектора является разрешенной областью ориентации инструмента (вектора).

В случае наличия настроенного, но неактивного предела границ ориентации инструмента, визуализация становится серого цвета.

Нажмите значок лупы, чтобы увеличить или уменьшить масштаб, или проведите пальцем по изображению, чтобы изменить вид.

10.12.3 Конфигурация плоскости безопасности

Раздел свойства плоскости безопасности в нижней части закладки содержит конфигурацию выбранной плоскости безопасности на панели Границы безопасности в верхней левой части закладки.



Имя Текстовое поле Имя позволяет пользователю присвоить имя выбранной плоскости безопасности. Изменение имени осуществляется касанием соответствующего текстового поля с последующим вводом значения.

Скопировать функцию Положение и перпендикуляр плоскости безопасности определяется с использованием функции (см. 13.12) от текущей установки робота. Воспользуйтесь выпадающим списком в левой нижней части раздела Свойства плоскости безопасности для выбора функции. Доступны только функции типа точки и плоскости. Выбор элемента <Неопределено> очищает конфигурацию плоскости.

Ось z выбранной области будет указывать на неразрешенную зону и перпендикуляр плоскости будет указывать в противоположном направлении, за исключением случая, когда выбрана функция Основание, при котором перпендикуляр плоскости будут указывать в том же направлении. Если плоскость настроена в качестве плоскости Ограниченного режима при срабатывании (см. 10.12.3), перпендикуляр к плоскости обозначает сторону плоскости, которая не вызывает переход в Ограниченный режим.

Необходимо отметить, что если плоскость безопасности была настроена путем выбора функции, происходит только копирование информации о положении в плоскость безопасности; плоскость не связана с данной функцией. Это означает, что при наличии изменений в положении или ориентации функции, использованной для настройки плоскости безопасности, обновление плоскости безопасности не будет выполнено автоматически. Признак изменения функции отображается значком , расположенным над элементом выбора функции. Нажмите кнопку рядом с  элементом выбора для обновления значений плоскости безопасности текущими значениями положения и ориентации функции. Значок  также отображается если выбранная функция удалена из установки.

Безопасный режим Выпадающее меню справа на панели Свойств плоскости безопасности используется для выбора режима безопасности для плоскости безопасности и имеет следующие значения режимов:

 Отключено	Плоскость безопасности всегда неактивна.
 Нормальный	В случае нахождения системы безопасности в Нормальном режиме, плоскость Нормального режима активна и выступает в качестве строгого предела положения ЦТИ робота.
 Ограниченный	В случае нахождения системы безопасности в Ограниченном режиме, плоскость Ограниченного режима активна и выступает в качестве строгого предела положения ЦТИ робота.
 Нормальный ограниченный	иВ случае нахождения системы безопасности в Нормальном или Ограниченном режимах, плоскость Нормального и ограниченного режима активна и выступает в качестве строгого предела положения ЦТИ робота.
 Ограниченный режим при срабатывании	иВ случае нахождения системы безопасности в Нормальном или Ограниченном режиме, плоскость Ограниченного режима при срабатывании активна и вызывает переход системы в Ограниченный режим до тех пор, пока ЦТИ расположена за ней.

Выбранный режим безопасности обозначается значком в соответствующем элементе панели Границы безопасности. Если значение режима безопасности равно Отключен, отображения значка не происходит.

Смещение После выбора функции в выпадающем списке в левой нижней части панели Свойства панели безопасности, перенос плоскости безопасности может быть выполнен с помощью касания текстового поля Смещение в нижней части данной панели и ввода значения. Ввод положительного значения увеличивает доступную рабочую зону робота путем перемещения плоскости в противоположном направлении перпендикуляру плоскости, ввод отрицательного значения уменьшает доступную зону путем перемещения плоскости в направлении перпендикуляра плоскости.

Отклонение и единица измерения смещения для границы плоскости приведена справа от текстового поля.

Действие плоскостей строгого предела Выполнение программы прерывается когда положение ЦТИ планирует пересечь активную плоскость безопасности строгого предела за вычетом отклонения (см. 10.4), при продолжении ее перемещения по прогнозируемой траектории. Обратите внимание, что знак минуса, расположенный перед значением отклонения, означает только то, что значение отклонения необходимо вычесть из фактического введенного значения. Если положение ЦТИ превысит заданный предел плоскости безопасности (без учета допуска), то система безопасности выполнит останов категории 0.

Действие плоскостей Ограниченного режима при срабатывании В случае отсутствия активного защитного останова и система безопасности не находится в особом режиме Восстановления (см. 10.6), она работает в Нормальном или Ограниченном режиме и перемещения манипулятора робота ограничены соответствующим набором пределов.

По умолчанию, система безопасности находится в Обычном режиме. Она переходит в Ограниченный режим в следующих ситуациях:

- a) Положение ЦТИ робота находится за плоскостью Ограниченного режима при срабатывании, то есть он располагается на стороне плоскости, противоположной направлению маленькой стрелки на визуализации плоскости.
- b) Настроена функция безопасности входного сигнала Ограниченного режима и входные сигналы имеют низкое значение (более подробно см. 10.13).

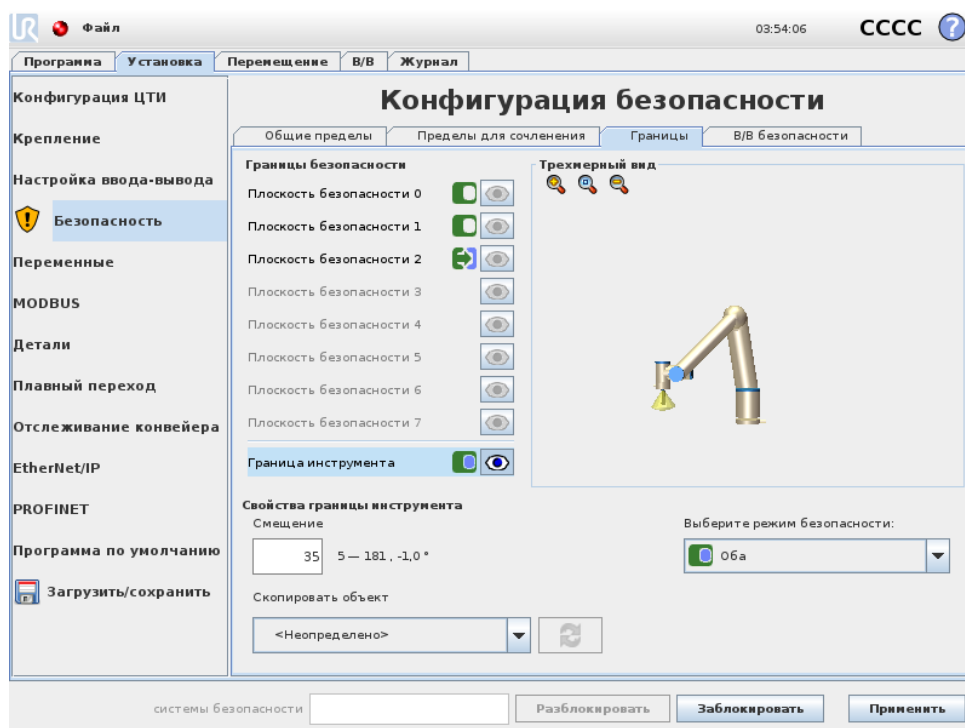
В случае, когда ни одно из вышеперечисленных условий более не выполняется, система возвращается в Нормальный режим.

В случае, если переход из Нормального в Ограниченный режим вызван пересечением плоскости Ограниченного режима при срабатывании, то происходит смена набора пределов Нормального режима на набор пределов Ограниченного режима. Как только положение ЦТИ робота окажется на расстоянии не более 20 мм от плоскости Ограниченного режима при срабатывании (на стороне Нормального режима), начнут действовать менее строгие пределы Нормального и Ограниченного режимов в отношении каждого значения предела. После прохождения ЦТИ робота через плоскость Ограниченного режима при срабатывании, действие набора пределов Нормального режима прекращается и в действие вступает набор пределов Ограниченного режима.

В случае, если переход из Ограниченного в Нормальный режим вызван пересечением плоскости Ограниченного режима при срабатывании, то происходит смена набора пределов Ограниченного режима на набор пределов Нормального режима. После прохождения ЦТИ робота через плоскость Ограниченного режима при срабатывании, начнут действовать менее строгие пределы Нормального и Ограниченного режимов в отношении каждого значения предела. Как только положение ЦТИ робота окажется на расстоянии не более 20 мм от плоскости Ограниченного режима при срабатывании (на стороне Нормального режима), происходит смена набора пределов Ограниченного режима на набор пределов Нормального режима.

Если прогнозируемая траектория ЦТИ робота проходит через плоскость Ограниченного режима при срабатывании, манипулятор робота начнет замедляться даже до момента прохождения сквозь плоскость, если его скорость будет больше скорости сочленения, скорости инструмента или предела момента нового набора пределов. Обратите внимание, поскольку данные пределы должны быть более строгими в наборе пределов Ограниченного режима, такое предварительное замедление может происходить только при переходе от Нормального к Ограниченному режиму.

10.12.4 Конфигурация границы инструмента



Панель Свойства границ инструмента в нижней части закладки позволяет задать предел ориентации инструмента робота, состоящего из необходимой ориентации инструмента и значения максимально допустимого отклонения от данной ориентации.

Смещение Текстовое поле Смещение отображает значение максимально допустимого отклонения ориентации инструмента от необходимой ориентации. Изменение значения осуществляется касанием текстового поля с последующим вводом нового значения.

Принятый диапазон значений совместно с отклонением и единицей измерения смещения отображаются рядом с текстовым полем.

Скопировать функцию Необходимая ориентация инструмента робота определяется с использованием функции (см. 13.12) от текущей установке робота. Ось z выбранной функции будет использоваться в качестве необходимого вектора ориентации инструмента для данного предела.

Воспользуйтесь выпадающим списком в левой нижней части раздела Свойства границы инструмента для выбора функции. Доступны только функции типа точки и плоскости. Выбор элемента <Неопределено> очищает конфигурацию плоскости.

Необходимо отметить, что если предел был настроен путем выбора функции, происходит только копирование информации об ориентации в предел; предел не связан с данной функцией. Это означает, что при наличии изменений в положении или ориентации функции, использованной для настройки предела, обновление предела не будет выполнено автоматически. Признаком изменения функции отображается значком , расположенным над элементом выбора функции. Нажмите кнопку рядом с  элементом выбора для обновления значений предела текущим значением ориентации функции. Значок  также отображается если выбранная функция удалена из установки.

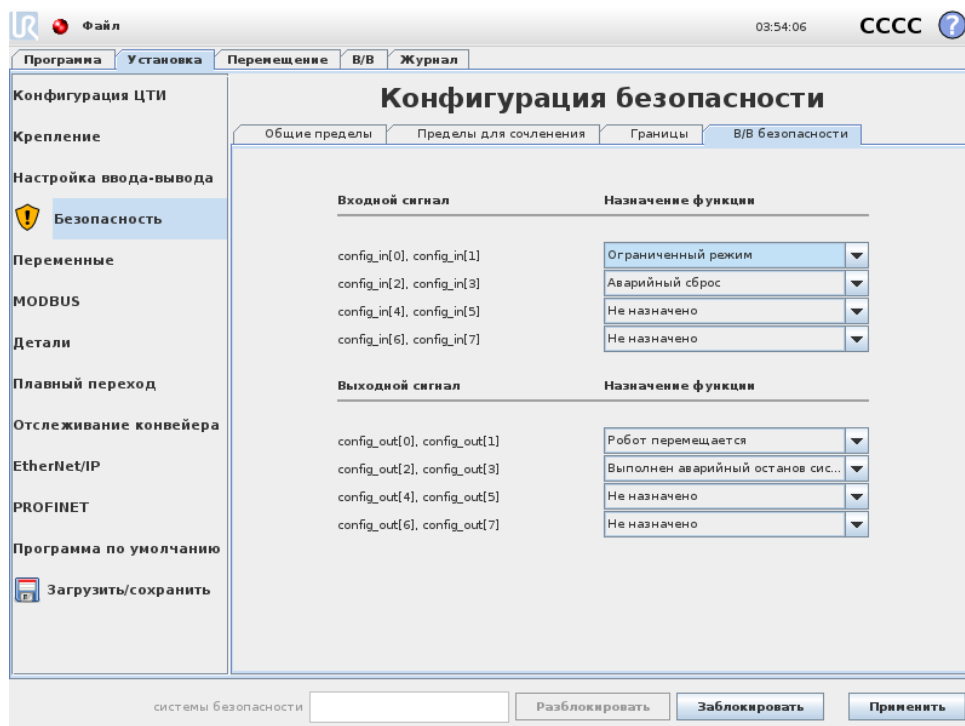
Безопасный режим Выпадающее меню справа на панели Свойства границ инструмента предназначено для выбора режима безопасности для предела границ ориентации инструмента. Доступны следующие значения:

 Отключено	Предел границы инструмента всегда неактивен.
 Нормальный	При нахождении системы безопасности в Нормальном режиме, предел границы инструмента активен.
 Ограниченный	При нахождении системы безопасности в Ограниченном режиме, предел границы инструмента активен.
 Нормальный ограниченный	При нахождении системы безопасности в Нормальном или Ограниченном режиме, предел границы инструмента активен.

Выбранный режим безопасности обозначается значком в соответствующем элементе панели Границы безопасности. Если значение режима безопасности равно Отключен, отображения значка не происходит.

Действие Выполнение программы прерывается когда смещения ориентации инструмента планирует превысить максимальное смещение за вычетом отклонения (см. 10.4), при продолжении его перемещения по прогнозируемой траектории. Обратите внимание, что знак минуса, расположенный перед значением отклонения, означает только то, что значение отклонения необходимо вычесть из фактического введенного значения. Если отклонение ориентации инструмента превысит предел (без учета допуска), система безопасности выполнит останов категории 0.

10.13 Входы и выходы системы безопасности



На данном экране осуществляется настройка Функций безопасности для настраиваемых входов и выходов. Входы-выходы разделены между входами и выходами и попарно размещены так, что каждая функция предоставляет категорию 3² и входы-выходы Pld.

Каждая Функция безопасности может контролировать только одну пару входов/выходов. Попытка выбора той же функции безопасности во второй раз удаляет из ранее заданной первой пары входов/выходов. Существуют 5 Функций безопасности для входных сигналов и 5 — для выходных сигналов.

Примечание: Применение функции безопасности к ряду контактов отклонят действия ввода-вывода, указанные для контактов в ВкНастройке вводов-выводовВнь (см. 13.8).

10.13.1 Входные сигналы

Для входных сигналов возможен выбор следующих Функций безопасности: Аварийный останов системы, Ограниченный режим, Предохранительный сброс, 3-позиционное устройство включения и Рабочий режим.

Аварийный останов системы После настройки допускается использовать дополнительную кнопку Аварийный останов помимо Кнопка аварийного останова на подвесном пульте обучения. Данная функция требует использования устройства, совместимого с ISO 13850.

Ограниченный режим Все пределы безопасности могут быть использованы в двух режимах: Нормальный режим, в котором определяется конфигурация безопасности по умолчанию, и Ограниченный режим (более подробно см. 10.6). При выборе данной функции безопасности

²Согласно ISO 13849-1; подробную информацию см. в глоссарии

входа, подача на входы низкого сигнала приводит к переходу системы безопасности в Ограниченный режим. В случае необходимости произойдет замедление манипулятора робота для соответствия требованиям набора пределов Ограниченного режима. Если манипулятор робота продолжает нарушать пределы Ограниченного режима, то будет выполнен останов категории 0. Возврат в Обычный режим осуществляется таким же образом. Обратите внимание, что плоскости безопасности также могут вызывать переход в Ограниченный режим (более подробно см. 10.12.3).

Предохранительный сброс Если Предохранительный останов подключен к входам/выходам безопасности, тогда возможно использование этого выхода для сохранения состояния предохранительного останова до срабатывания сброса. Манипулятор робота не будет перемещаться при нахождении в состоянии предохранительного останова.



ВНИМАНИЕ:

По умолчанию, функция Предохранительный сброс настроена для входных контактов 0 и 1. Их отключение приведет к предохранительному останову манипулятора робота после того, как на вход Предохранительный останов будет подано высокое значение. Другими словами, без Предохранительный сброс входы Предохранительный останов SI0 и SI1 (см. Руководство по установке оборудования) полностью определяют активность состояния предохранительного останова.

3-позиционное устройство включения и Рабочий режим Они предусматривают использование 3-позиционного устройства включения в качестве дополнительной защитной меры во время настройки и программирования робота. При сконфигурированном входе 3-позиционное устройство включения робот находится в Врежиме выполненияВн или в Врежиме программированияВн. В правом верхнем углу появится значок, отображающий текущий рабочий режим:

-  **Режим выполнения:** Робот может выполнять только заранее заданные задачи. Вкладки ВкПеремещениеВн и ВкСвободный приводВн недоступны.
-  **Режим программирования:** Ограничения, присутствующие в режиме выполнения отменяются. Но при низком логическом уровне на входе 3-позиционное устройство включения робот находится в режиме предохранительного останова. Кроме того, ползунок скорости устанавливается в начальное значение, соответствующее 250 мм/с, которое может быть постепенно увеличено для достижения более высокой скорости. Ползунок скорости сбрасывается до низкого значения всегда, когда вход 3-позиционное устройство включения переходит от низкого до высокого.

Существует два способа настройки выбора рабочего режима:

1. Для выбора рабочего режима с помощью внешнего устройства выбора режима сконфигурируйте вход Рабочий режим. Опция для его конфигурирования появится в выпадающем меню сразу после того, как будет сконфигурирован вход 3-позиционное устройство включения. Робот будет находиться в режиме выполнения при низком логическом уровне входа Рабочий режим и в режиме программирования при высоком логическом уровне.

2. Для выбора рабочего режима из Polyscope должен быть сконфигурирован только вход 3-позиционное устройство включения и применен к конфигурации безопасности. В таком случае режимом по умолчанию будет Выполнение. Для включения режима программирования выберите кнопку ВкПрограммирование роботаВнь на экране приветствия. Для переключения обратно в Режим выполнения просто выйдите из экрана ВкПрограммирование роботаВнь.


ПРИМЕЧАНИЕ:

- После подтверждения конфигурации входов-выходов безопасности с включенным 3-позиционное устройство включения будет автоматически отображаться экран приветствия. Кроме того, экран приветствия будет автоматически отображаться при переходе рабочего режима от Программирование до Выполнение.
- Механический выбор режима, при наличии, должен полностью соответствовать ISO 10218-1: пункт 5.7.1 для выбора.
- 3-позиционный переключатель, а также его действие, рабочие характеристики и эксплуатация должны полностью соответствовать ISO 10218-1: пункт 5.8.3 для использующегося устройства.

10.13.2 Выходные сигналы

Для выходных сигналов возможен выбор следующих Функций безопасности. Все сигналы переходят в низкий режим после завершения состояния, вызвавшего высокий режим сигналов:

Аварийный останов системы Низкий сигнал подается только при переходе системы безопасности в состояние Аварийного останова с помощью входа Аварийный останов робота или Кнопка аварийного останова. Во избежание блокировок низкий сигнал не будет подаваться, если состояние Аварийного останова инициируется с помощью входа Аварийный останов системы.


ПРИМЕЧАНИЕ:

Внешние механизмы, получающие состояние Аварийного останова от робота через выход Аварийный останов системы, должны соответствовать требованиям ISO 13850. Это особенно необходимо в установках, где вход Аварийный останов робота подключен к внешнему устройству аварийного останова. В таких случаях выход Аварийный останов системы будет иметь высокое значение после разблокировки внешнего устройства аварийного останова. Это означает, что состояние аварийного останова во внешних механизмах будет сброшено без ручного вмешательства со стороны оператора робота. Следовательно, для соответствия стандартам безопасности внешние механизмы требуют ручного вмешательства для возобновления работы.

Робот перемещается Низкий сигнал подается, когда манипулятор робота находится в подвижном состоянии. Когда манипулятор робота находится в неподвижном положении, подается высокий сигнал.

Робот не останавливается При запросе останова манипулятора робота, с момента запроса до момента останова манипулятора пройдет некоторое время. В течение этого времени будет подаваться высокий сигнал. При движении манипулятора робота и отсутствия запроса останова или при нахождении манипулятора робота в остановленном состоянии, сигнал будет низким.

Ограниченный режим Отправляет низкий сигнал при переходе манипулятора робота в Ограниченный режим или в случае настройки входа безопасности на Ограниченный режим и низкого значения сигнала. В противном случае подается высокий сигнал.

Неограниченный режим – данный режим является обратным ограниченному режиму, описанному выше.

11 Начинается программирование

11.1 Введение

Манипулятор Universal Robot представляет собой манипулятор, состоящий из трубок и сочленений. Сочленения с их обычными наименованиями приведены на рисунке 11.1. Основание – это место, на которое устанавливается робот, а к противоположному концу – (запястье 3) крепится инструмент робота. Координация движений каждого из сочленений позволяет роботу свободно перемещать инструмент за исключением области, расположенной строго над и под основанием.

PolyScore представляет собой графический интерфейс пользователя, позволяющий управлять манипулятором робота и блоком управления, выполнять программы робота и удобно создавать новые программы.

Следующий раздел поможет вам начать работу с роботом. Далее приводится более подробное описание экранов и функциональности PolyScore.



ОПАСНОСТЬ:

1. В Руководство по установке оборудования содержится важная информация по безопасности, которую должен прочитать и понять сборщик роботов UR, прежде чем робот будет включен в первый раз.
2. Перед первой подачей питания на манипулятор робота сборщик должен задать параметры конфигурации безопасности, определенные при оценке рисков, см. главу 10.

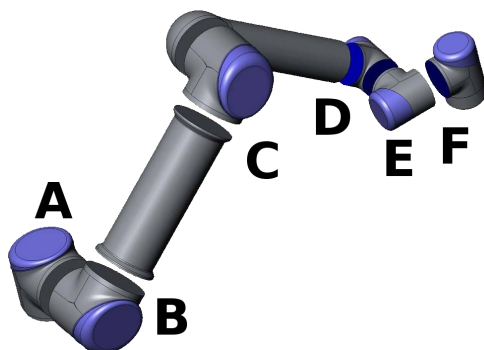


Figure 11.1: Сочленения робота. A: Основание, B: Плечевое сочленение, C: Локтевое сочленение и D, E, F: Запястье 1, 2, 3

11.2 Начало работы

Перед использованием PolyScore необходимо выполнить установку манипулятора робота и установку и включение блока управления.

11.2.1 Установка манипулятора робота и блока управления

Для установки манипулятора робота и блока управления выполните следующие действия:

1. Извлеките манипулятор робота и блок управления из упаковки.
2. Установите манипулятор робота на прочной и безвибрационной поверхности.
3. Поместите блок управления на опору робота.
4. Подсоедините кабель робота к роботу и блоку управления.
5. Подключите блок управления к сетевому штепселю.



ВНИМАНИЕ:

Опасность опрокидывания. Если робот не закреплен надежно на прочной поверхности, это может привести к его падению и причинить травмы.

Подробные указания по установке приведены в Руководство по установке оборудования. Перед использованием манипулятора робота требуется проведение оценки риска.

11.2.2 Включение и выключение блока управления

Чтобы включить блок управления, нажмите кнопку питания на лицевой стороне панели с сенсорным экраном. Данная панель также называется подвесной пультом обучения. После включения блока управления, на сенсорном экране будет отображен текст установленной операционной системы. Еще приблизительно через одну минуту на экране появятся несколько кнопок, и появится всплывающее окно с предложением для пользователя перейти на экран инициализации (см. 11.5).

Чтобы завершить работу блока управления, нажмите зеленую кнопку питания на экране или воспользуйтесь кнопкой Завершить работу на экране приветствия (см. 11.4).



ВНИМАНИЕ:

Завершение работы отсоединением шнура питания от штепселя сети питания может привести к повреждению файловой системы робота и вызвать неисправность робота.

11.2.3 Включение и выключение манипулятора робота

Манипулятор робота можно включить, если включен блок управления, и ни одна из кнопок аварийного останова не активирована. Включение манипулятора робота выполняется на экране инициализации (см. 11.5). Для этого нажмите кнопку ВКЛ на экране, а затем нажмите Запуск. Обратите внимание, что при отпускании тормозов происходит небольшое движение робота и робот издает звук при запуске.

Чтобы выключить робота, нажмите кнопку ВЫКЛ на экране инициализации. При отключении блока управления отключение питания робота происходит автоматически.

11.2.4 Быстрый запуск

Для быстрого запуска робота после установки, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку аварийного останова на лицевой стороне подвесного пульта обучения.
2. Нажмите кнопку питания на подвесном пульте обучения.
3. Подождите минуту, пока система запускается; на сенсорном экране будет отображаться текст.
4. Когда система будет готова, на сенсорном экране отобразится всплывающее окно с сообщением о необходимости проведения инициализации робота.
5. Коснитесь кнопки во всплывающем окне. Будет открыт экран инициализации.
6. Подождите появления диалогового окна Подтверждение примененной конфигурации безопасности и нажмите кнопку Подтвердить конфигурацию безопасности. При этом применяется начальный набор параметров безопасности, которые должны быть скорректированы на основе оценки рисков.
7. Разблокируйте кнопку аварийного останова. Робот перейдет из состояния Выполнен аварийный останов в состояние Питание робота отключено.
8. Выйдите из зоны досягаемости (рабочей зоны) робота.
9. Нажмите кнопку Вкл. во всплывающем окне. Подождите несколько секунд, пока состояние робота изменится на Бездействие.
10. Убедитесь, что масса полезной нагрузки и выбранный монтаж корректны. В случае обнаружения расхождений между выбранным монтажом и данными датчика будет выведено предупреждение.
11. Нажмите кнопку Запуск во всплывающем окне. Робот издаст звук и немного сместится при отключении тормозов.
12. Нажмите кнопку ОК, чтобы перейти на экран приветствия.

11.2.5 Первая программа

Программа является списком команд, который сообщает роботу что делать. Интерфейс PolyScore позволяет людям с небольшим опытом программирования настраивать работу робота. Для большинства задач программирование выполняется с использованием только сенсорной панели и не требует введения зашифрованных команд.

Движение инструмента является частью программы робота, которая обучает манипуляторы робота движениям. В интерфейсе PolyScore движения инструмента задаются с помощью нескольких контрольных точек. Сочетание контрольных точек формируют траекторию движения манипулятора робота. Чтобы задать контрольную точку с помощью вкладки ВкПереместитьВъ, нужно вручную переместить робота в определенное положение (обучить его), или рассчитать ее в программном обеспечении. Используйте вкладку ВкПереместитьВъ (см. 13.1), чтобы переместить манипулятор робота в нужное положение, или обучите положению, потянув манипулятор робота на место, удерживая кнопку ВкСвободный приводВъ с обратной стороны подвесного пульта обучения.

Помимо передвижения по контрольным точкам, программа может отправлять сигналы ввода-вывода на другие машины в определенных точках траектории пути робота, а также

выполнять такие команды, как если...то и цикл на основе переменных и сигналов ввода-вывода.

Далее представлена простая программа, которая позволяет запущенному манипулятору робота передвигать между двумя контрольными точками.

1. Нажмите кнопку Запрограммировать робота и выберите пункт Очистить программу.
2. Нажмите кнопку Далее (справа внизу), чтобы выбрать строку <пусто> в структуре дерева в левой части экрана.
3. Перейдите на вкладку Структура.
4. Нажмите кнопку Переместить.
5. Перейдите на вкладку Команда.
6. Нажмите кнопку Далее, перейдите к настройкам контрольной точки.
7. Нажмите кнопку Установить эту контрольную точку рядом со значком Вк?Внь.
8. На экране Переместить переместите робот, нажимая различные синие стрелки, или удерживайте нажатой кнопку Свободный привод, расположенную на задней стороне подвесного пульта обучения, вручную перемещая манипулятор робота.
9. Нажмите ОК.
10. Нажмите Добавить контрольную точку до.
11. Нажмите кнопку Установить эту контрольную точку рядом со значком Вк?Внь.
12. На экране Переместить переместите робот, нажимая различные синие стрелки, или удерживайте нажатой кнопку Свободный привод, вручную перемещая манипулятор робота.
13. Нажмите ОК.
14. Программа готова. При нажатии символа ВкВоспроизвестиВнь робот будет перемещаться между двумя заданными точками. Отойдите на безопасное расстояние, положите руку на кнопку аварийного останова и нажмите ВкВоспроизвестиВнь.
15. Поздравляем! Вы создали первую программу робота, по которой робот перемещается между двумя заданными контрольными точками.

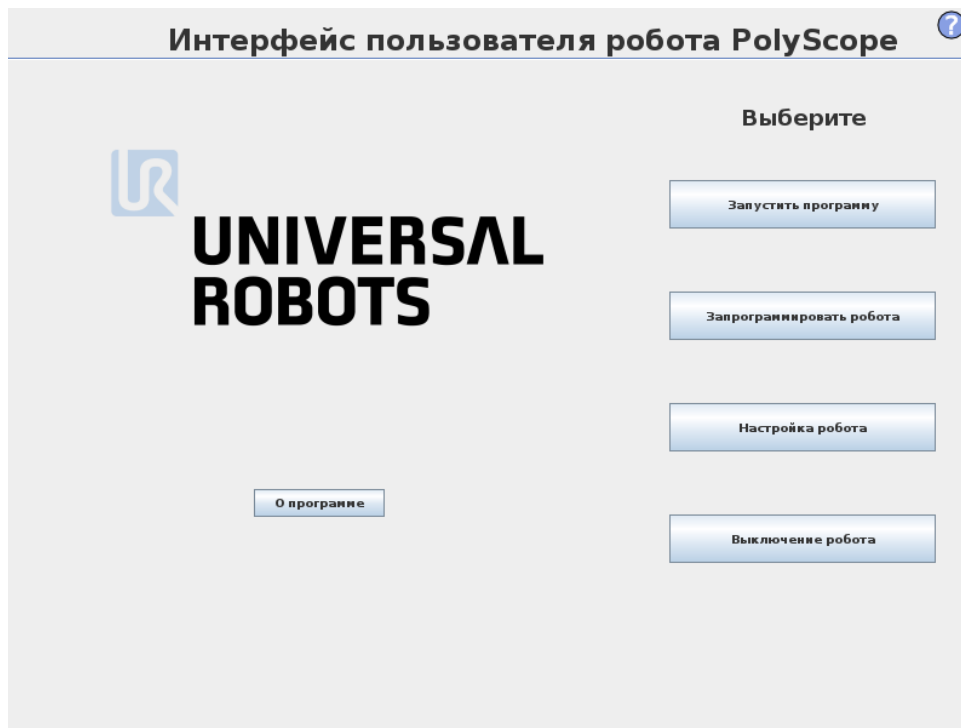


ВНИМАНИЕ:

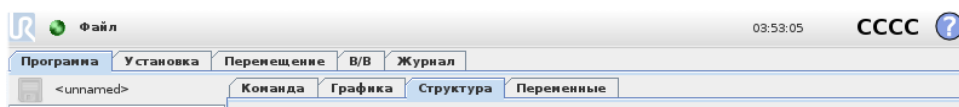
1. Не направляйте робота в самого себя или в другие объекты, которые могут причинить ущерб роботу.
2. Не пересекайте рабочую зону робота. Не помещайте пальцы в места, которые могут вызвать их защемление.
3. Данное руководство является руководством по быстрому запуску и его целью является продемонстрировать простоту использования робота UR. Оно предполагает наличие безопасной среды и очень аккуратного пользователя. Не увеличивайте скорость или ускорение выше значений по умолчанию. Всегда проводите оценку риска перед началом работы робота.

11.3 Интерфейс программирования PolyScore

Интерфейс PolyScore работает на сенсорном экране, встроенном в блок управления.



На рисунке выше показан экран приветствия. Синим цветом на экране выделены кнопки, которые можно нажать на экране пальцем или обратной стороной ручки. В интерфейсе PolyScore создана иерархическая структура экранов. В среде программирования экраны сгруппированы по вкладкам для удобства доступа к экранам.

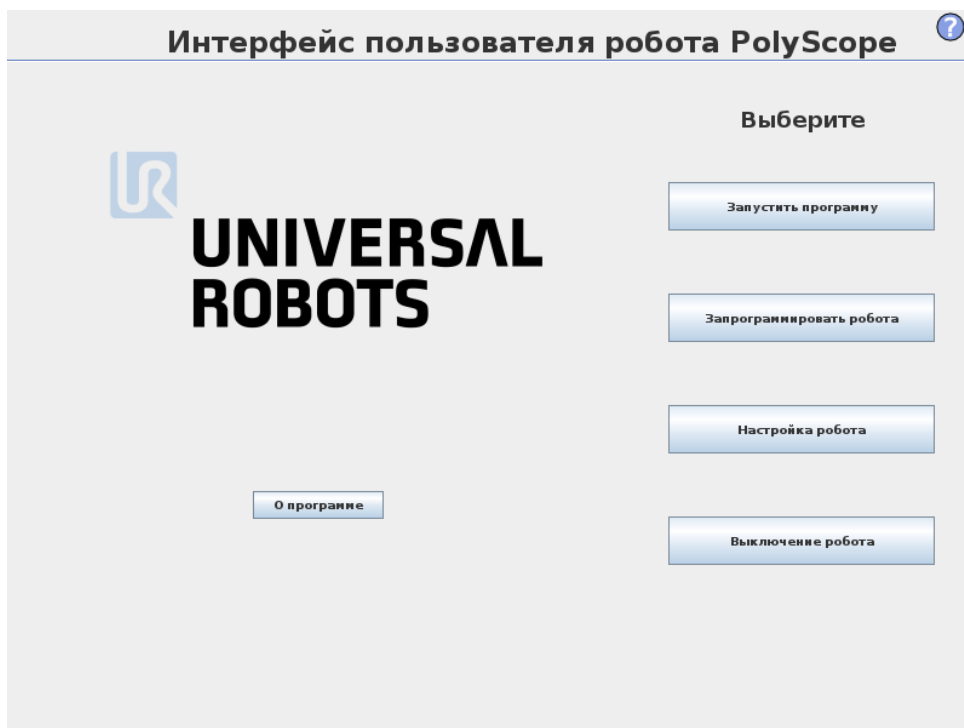


В приведенном примере выбрана вкладка верхнего уровня Программа, а в ней выбрана вкладка Структура. На вкладке Программа содержится информация о текущей загруженной программе. При выборе вкладки Переместить отобразится экран Переместить, на котором можно переместить робота. Таким же образом при выборе вкладки Ввод-вывод можно просмотреть и изменить текущее состояние электрических вводов-выводов.

К блоку управления или подвесному пульту обучения можно подключить мышь или клавиатуру, но это не обязательно. Управление почти всеми текстовыми полями осуществляется сенсорно, поэтому при их касании открывается экранный цифровой блок или клавиатура.

Описание различных экранов PolyScore приводится в следующих разделах.

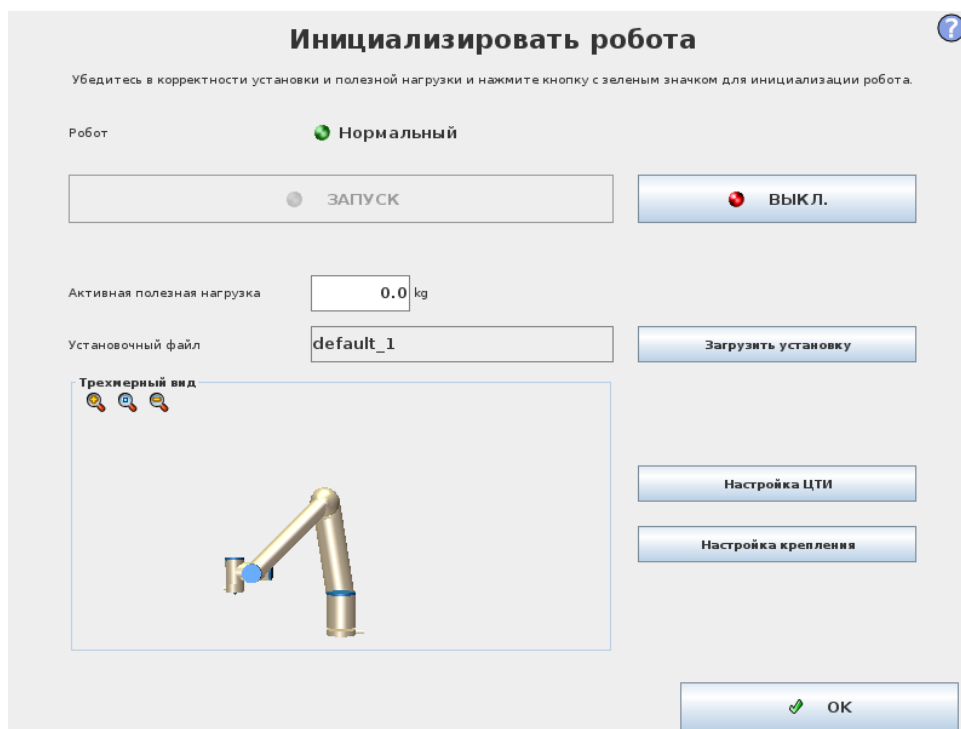
11.4 Экран приветствия



После загрузки ПК контроллера отображается экран приветствия. На этом экране можно выполнить несколько действий:

- **Запустить программу:** Выбор и запуск существующей программы. Это наиболее простой способ использования манипулятора робота и блока управления.
- **Запрограммировать робота:** Изменение программы или создание новой.
- **Настройка робота:** Изменить язык, установить пароли, обновить программное обеспечение и т.п.
- **Выключение робота:** Отключение питания манипулятора робота и выключение блока управления.
- **О программе** Содержит сведения, относящиеся к версиям программного обеспечения, имени хоста, IP-адресу, серийному номеру и правовой информации.

11.5 Экран инициализации



На этом экране можно управлять инициализацией манипулятора робота.

Индикатор состояния манипулятора робота

Индикаторы состояния обозначают состояние работы манипулятора робота:

- Горящий красный индикатор обозначает состояние останова манипулятора робота, чему может быть несколько причин.
- Горящий желтый индикатор обозначает, что питание манипулятора робота включено, но он не готов к работе.
- Наконец, горящий зеленый индикатор обозначает, что питание манипулятора робота включено и он готов к работе.

Текст, отображаемый рядом с индикатором, содержит текущее состояние манипулятора робота.

Активная полезная нагрузка и установка

При включенном питании манипулятора робота масса полезной нагрузки, используемая контроллером при работе манипулятора робота, отображается в небольшом текстовом поле белого цвета. Изменение значения осуществляется касанием соответствующего текстового поля с последующим вводом значения.

Примечание. Установка данного значения не приводит к изменению полезной нагрузки установки робота (см. 13.6), оно только устанавливает массу полезной нагрузки, которая будет использоваться контроллером.

Аналогично, имя текущего загруженного установочного файла отображается в текстовом поле серого цвета. Для загрузки другой установки коснитесь текстового поля или воспользуйтесь

кнопкой Загрузить, расположенной рядом. Также, возможно изменение загруженной установки с помощью кнопок, расположенных рядом с трехмерным видом в нижней части экрана.

Перед запуском манипулятора робота очень важно проверить, что активная нагрузка и активная установка соответствуют действительному текущему состоянию манипулятора робота.

Инициализация манипулятора робота



ОПАСНОСТЬ:

Всегда проверяйте корректность активной нагрузки и установки перед запуском манипулятора робота. Если данные параметры неверны, работа манипулятора робота и блока управления будет некорректной и может представлять опасность для людей или соседнего оборудования.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Особые меры следует предпринять в случае касания манипулятором робота препятствия или стола, поскольку направление манипулятора робота в препятствие может привести к повреждению редуктора сочленения.

Большая кнопка с зеленым значком предназначена для выполнения фактической инициализации манипулятора робота. Ее текст и выполняемое ей действие изменяются в зависимости от текущего состояния манипулятора робота.

- После загрузки контроллера ПК необходимо однократно коснуться кнопки для включения питания манипулятора робота. Манипулятор робота затем переходит в состояние Включение, затем в состояние Бездействие. Обратите внимание, что при активном аварийном останове манипулятор робота не может быть включен и кнопка будет недоступна.
- В состоянии манипулятора робота Бездействие необходимо однократно коснуться кнопки для включения питания манипулятора робота. В данной точке осуществляется сравнение данных датчика и настроенного монтажа манипулятора робота. В случае обнаружения расхождения (с отклонением 30°), кнопка становится недоступна и под ней отображается сообщение об ошибке.

В случае успешного завершения процесса проверки монтажа, касание кнопки приводит к отпусканию тормозов всех сочленений и манипулятор робота становится доступным для работы. Обратите внимание, что при отпускании тормозов происходит небольшое движение робота и робот издает звук.

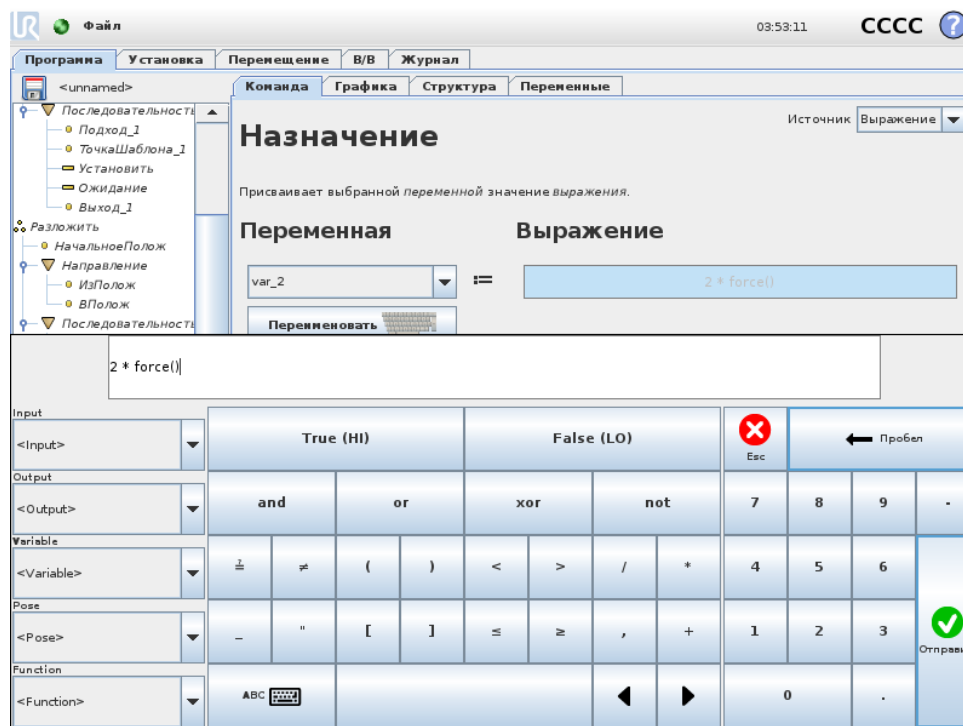
- В случае нарушения манипулятором робота одного из пределов безопасности после запуска, он переходит в особый Ограниченный режим. В данном режиме касание кнопки приводит к отображению экрана восстановления движения, на котором возможно обратное перемещение манипулятора робота в пределы безопасности.
- В случае возникновения неисправности, перезапуск контроллера возможен нажатием на данную кнопку.
- Если контроллер не запущен, нажатие данной кнопки приводит к его запуску.

11.5 Экран инициализации

Наконец, менее крупная кнопка с красным значком предназначена для отключения питания робота.

12 Экранные редакторы

12.1 Экранный редактор выражений



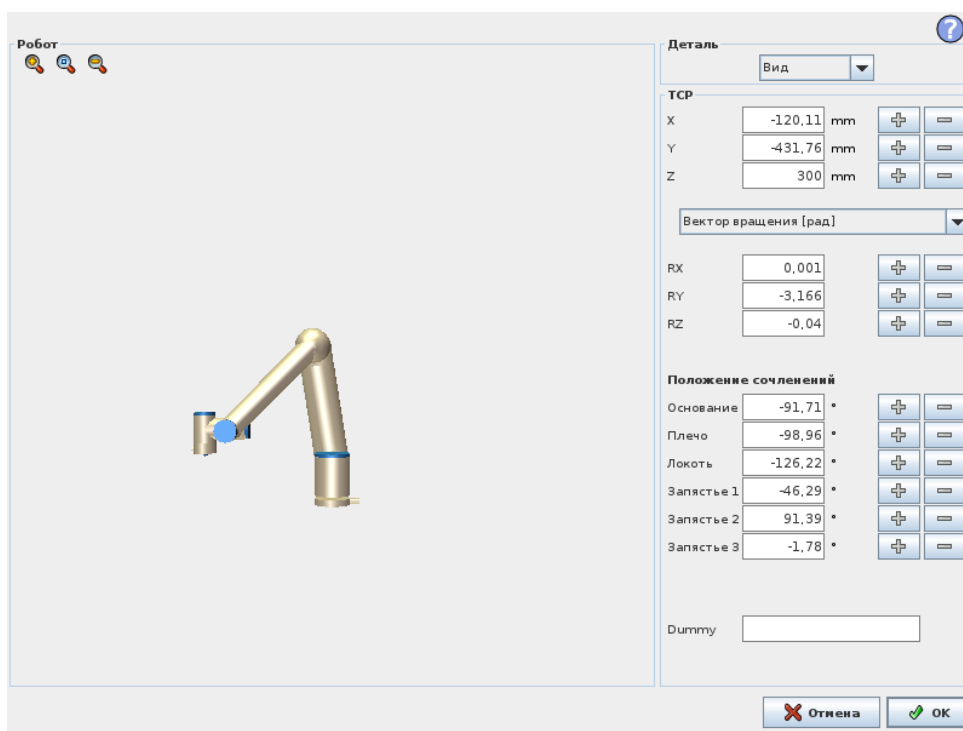
Само выражение можно изменить как текст, но редактор выражений содержит несколько кнопок и функций для вставки специальных символов выражений, например, * для умножения и $\leq$ для Вменьше или равноВнь. Кнопка с символом клавиатуры в верхней левой части экрана используется для переключения в режим редактирования текста выражения. Все определенные переменные можно найти в поле Переменная, а имена входных и выходных портов — в полях Вход и Выход. Ряд специальных функций расположен в списке Функция. При нажатии кнопки Ok выражение будет проверено на предмет грамматических ошибок. При нажатии кнопки Отмена экран будет закрыт, а все изменения отменены.

Выражение может иметь следующий вид:

$\text{digital_in}[1] \stackrel{?}{=} \text{True and analog_in}[0] < 0.5$

12.2 Меню изменения положения

В данном меню возможна установка целевых положений сочленений или целевого положения (положения и ориентации) инструмента робота. С помощью данного ВкофлайновогоВнь меню не осуществляется непосредственное управление манипулятором робота.



Робот

Текущее и заданное новое целевое положение манипулятора робота показаны в трехмерном графическом изображении. Трехмерное изображение манипулятора робота показывает текущее положение манипулятора робота, а выделенные участки манипулятора робота показывают целевое положение манипулятора робота, определяемое заданными значениями в правой части экрана. Нажмите значок лупы, чтобы увеличить или уменьшить масштаб, или проведите пальцем по изображению, чтобы изменить вид.

Если заданное целевое положение ЦТИ робота близко к пределам плоскости безопасности или плоскости срабатывания, или ориентация инструмента робота близка к пределу границы ориентации инструмента (см. 10.12), будет отображен ближайший трехмерный предел границ.

Пределы плоскости безопасности отображаются желтым и черным цветами с небольшой стрелкой, обозначающей перпендикуляр к плоскости — сторону плоскости, на которой разрешено позиционирование ЦТИ робота. Плоскости срабатывания отображаются синим и зеленым цветами с небольшой стрелкой, указывающей на часть плоскости, на которой активны пределы нормального режима (см. 10.6). Предел границы ориентации инструмента обозначается шаровым сектором с вектором, обозначающим текущую ориентацию инструмента робота. Внутренняя часть сектора является разрешенной областью ориентации инструмента (вектора).

Если целевой ЦТИ робота больше не находится вблизи предела, трехмерное представление перестает отображаться. Если целевое ЦТИ нарушает или находится слишком близко к пределу границы, визуализация предела становится красного цвета.

Положение деталей и инструмента

В верхнем правом углу экрана находится поле для выбора детали. Поле выбора детали определяет соответствие детали и управления манипулятора робота

Ниже поля выбора отображается название текущей активной центральной точки инструмента (ЦТИ). Для получения дополнительной информации о настройке нескольких указанных ЦТИ см 13.6. Текстовые поля показывают полные значения координат этой ЦТИ по отношению к выбранной детали. X, Y и Z управляют положением инструмента, RX, RY и RZ управляют ориентацией инструмента.

Меню, расположенное над полями RX, RY и RZ, предназначено для выбора способа отображения ориентации. Доступны следующие типы.

- Вектор вращения [рад] Ориентация представлена в качестве вектора вращения. Длина оси — это угол в радианах, на который будет выполнен поворот, а сам вектор представляет собой ось, вокруг которой будет идти вращение. Это - значение настройки по умолчанию.
- Вектор вращения [°] Ориентация представлена в качестве вектора вращения и длина вектора является значением угла поворота в градусах.
- RPY [рад] Углы крена, наклона и поворота по вертикальной оси (RPY) указаны в радианах. Матрица поворота RPY (поворот по осям X, Y', Z'') представлена:

$$R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) \cdot R_Y(\beta) \cdot R_X(\gamma)$$

- RPY [°] Углы крена, наклона и поворота по вертикальной оси (RPY) указаны в градусах.

Изменение значений осуществляется нажатием по координатам. Нажатие кнопок + или - справа от поля позволяет увеличить или уменьшить текущее значение. Нажатие и удержание кнопки приведет к непосредственному увеличению или уменьшению значения. Более длительное удержание кнопки приведет к большему увеличению или уменьшению значения.

Положение сочленений

Управление положениями отдельных сочленений напрямую. Значение положения каждого сочленения может находиться в диапазоне от -360° до $+360^\circ$, которые являются пределами сочленений. Изменение значений осуществляется нажатием по положениям сочленений. Нажатие кнопок + или - справа от поля позволяет увеличить или уменьшить текущее значение. Нажатие и удержание кнопки приведет к непосредственному увеличению или уменьшению значения. Более длительное удержание кнопки приведет к большему увеличению или уменьшению значения.

Кнопка ОК

Если данный экран был вызван из вкладки Переместить (см. 13.1), нажатие кнопки ОК приведет к возврату на вкладку Переместить, на которой робот переместится в заданную цель. Если последнее заданное значение являлось координатой инструмента, манипулятор робота переместится в целевое положение с помощью типа движения MoveL. Если последнее заданное значение являлось положением сочленения, манипулятор робота переместится в целевое положение с помощью типа движения MoveJ. Описание типов движений приведено в 14.5.

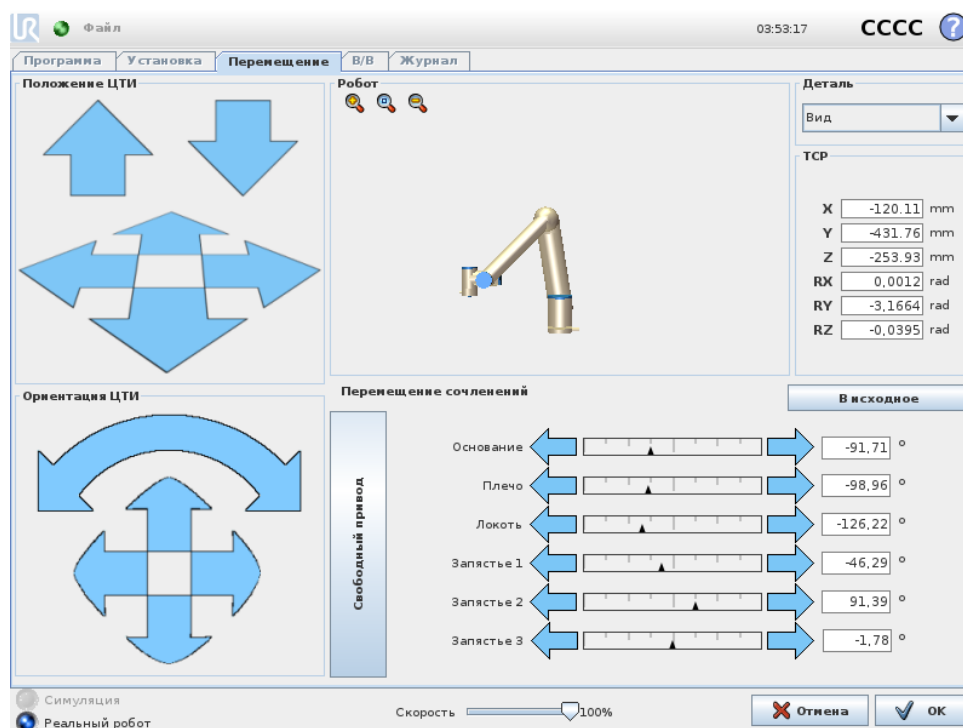
Кнопка ВкОтменаВнь

При нажатии кнопки Отмена экран будет закрыт, а все изменения отменены.

13 Управление роботом

13.1 Вкладка ВкПереместитьВнь

На этом экране можно всегда переместить (подтолкнуть) манипулятор робота напрямую, сдвинув или повернув инструмент робота или изменив положение сочленений по отдельности.



13.1.1 Робот

Текущее положение манипулятора робота, показанное в трехмерной модели. Нажмите значок лупы, чтобы увеличить или уменьшить масштаб, или проведите пальцем по изображению, чтобы изменить вид. Чтобы удобнее управлять манипулятором робота, выберите деталь Вид и измените угол просмотра трехмерной модели так, чтобы он совпадал с видом реального манипулятора робота.

Если текущее положение ЦТИ робота близко к пределам плоскости безопасности или плоскости срабатывания, или ориентация инструмента робота близка к пределу границы ориентации инструмента (см. 10.12), будет отображен ближайший трехмерный предел границ. Обратите внимание, что при выполнении программы роботом, визуализация пределов границ будет отключена.

Пределы плоскости безопасности отображаются желтым и черным цветами с небольшой стрелкой, обозначающей перпендикуляр к плоскости — сторону плоскости, на которой разрешено позиционирование ЦТИ робота. Плоскости срабатывания отображаются синим и зеленым цветами с небольшой стрелкой, указывающей на часть плоскости, на которой активны пределы нормального режима (см. 10.6). Предел границы ориентации инструмента обозначается шаровым сектором с вектором, обозначающим текущую ориентацию инструмента

робота. Внутренняя часть сектора является разрешенной областью ориентации инструмента (вектора).

Если ЦТИ робота больше не находится вблизи предела, трехмерное представление перестает отображаться. Если ЦТИ нарушает или находится слишком близко к пределу границы, визуализация предела становится красного цвета.

13.1.2 Положение деталей и инструмента

В верхнем правом углу экрана находится поле для выбора детали. Оно определяет соответствие детали и управления манипулятора робота.

Ниже поля выбора детали отображается название текущей активной центральной точки инструмента (ЦТИ). Текстовые поля показывают полные значения координат этой ЦТИ по отношению к выбранной детали. Для получения дополнительной информации о настройке нескольких указанных ЦТИ (см. 13.6).

Значения можно изменить вручную, щелкнув координаты или положение сочленения. Это откроет экран изменения положения (см. 12.2), на котором возможно задать целевое положение и ориентацию инструмента или целевые положения сочленений.

13.1.3 Перемещение инструмента

- Удерживайте стрелку перемещения (верхнюю), чтобы переместить кончик робота в указанном направлении.
- Удерживайте стрелку поворота (нижнюю), чтобы изменить ориентацию инструмента робота в указанном направлении. Точкой вращения является Центральная точка инструмента (ЦТИ) — это точка на конце манипулятора робота, которая является характеристической точкой инструмента робота. ЦТИ, обозначенная небольшим синим шаром.

Примечание. Чтобы остановить движение, отпустите кнопку в любое время

13.1.4 Перемещение сочленений

Управление отдельными сочленениями напрямую. Каждое сочленение можно сместить на угол -360° до $+360^\circ$, которые являются пределами для сочленений по умолчанию, обозначенными горизонтальной шкалой для каждого сочленения. По достижении сочленением предела оно не может смещаться дальше. Если настройка диапазона положений пределов сочленения отличается от настройки по умолчанию (см. 10.11), данный диапазон обозначается красным цветом в горизонтальной шкале.

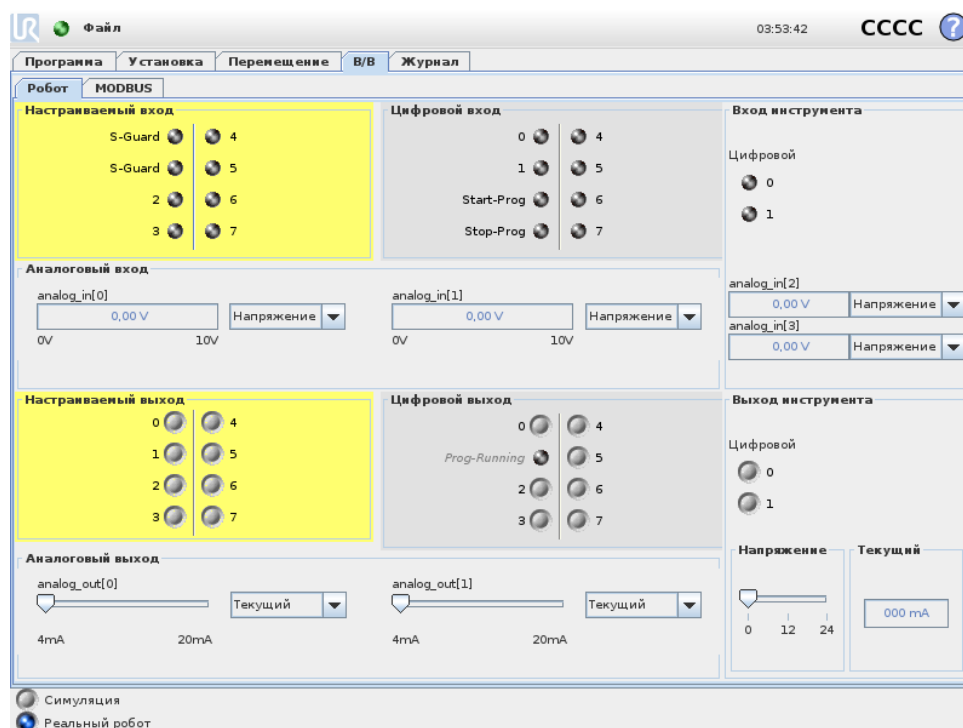
13.1.5 Свободный привод

Удерживайте кнопку Свободный привод, чтобы самостоятельно переместить манипулятор робота в нужное положение. Если настройка силы тяжести (см. 13.7) на вкладке Настройка неправильная, а также если манипулятор робота удерживает тяжелый груз, он может начать двигаться (опускаться) при нажатии кнопки Свободный привод. В этом случае просто снова отпустите кнопку Свободный привод.

**ВНИМАНИЕ:**

1. Убедитесь в использовании корректных параметров монтажа (например, угол монтажа робота, вес ЦТИ, смещение ЦТИ). Выполняйте загрузку установочных файлов вместе с программой.
2. Перед использованием кнопки Свободный привод убедитесь, что настройки центральной точки инструмента (ЦТИ) и параметры монтажа робота установлены корректно. Если данные параметры установлены некорректно, робот придет в движение при нажатии кнопки Свободный привод.
3. Функция свободного привода (сопротивление/обратный проход) должна использоваться только при наличии соответствующей возможности в результате проведения оценки риска. Инструменты или препятствия не должны иметь острых граней или зон защемления. Убедитесь, что работники находятся вне зоны досягаемости манипулятора робота.

13.2 Вкладка ВкВвод-выводВнь



На этом экране всегда можно проверить и задать сигналы ввода-вывода под напряжением, передаваемые блоку управления робота или получаемые от него. На экране отображается текущее состояние ввода-вывода, в том числе во время выполнения программы. При внесении

изменений во время выполнения программы будет выполнена остановка программы. При остановке программы сохраняются состояния всех выходных сигналов. Частота обновления экрана составляет всего 10 Гц, поэтому очень быстрые сигналы могут отображаться неправильно.

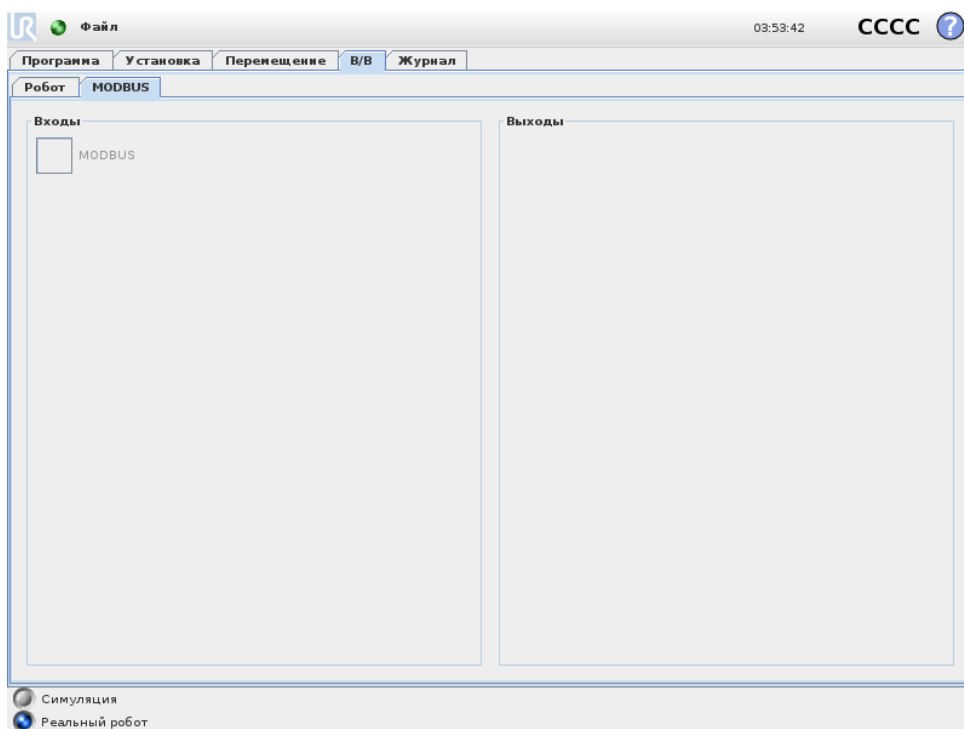
Возможно резервирование настраиваемых входов/выходов для специальных функций безопасности, содержащихся в разделе настройки конфигурации вводов-выводов системы безопасности установки (см. 10.13); имя зарезервированных вводов-выводов будет совпадать с именем по умолчанию используемой функции безопасности или имя может быть задано пользователем. Настраиваемые выходы, зарезервированные для функций безопасности, не являются переключаемыми и будут отображаться только в качестве индикаторов.

Электрические характеристики сигналов описаны в разделе 5.3.

Настройки аналогового домена Для аналоговых входов/выходов можно установить вывод тока [4–20 мА] или напряжения [0–10 В]. Эти настройки будут запомнены при сохранении программы на случай возможных перезапусков контроллера робота в будущем.

13.3 Вводы-выводы клиента MODBUS

На этом экране показаны цифровые сигналы ввода-вывода клиента MODBUS, заданные при установке. Если соединение с сигналом потеряно, соответствующая запись исчезает с экрана.



Входы

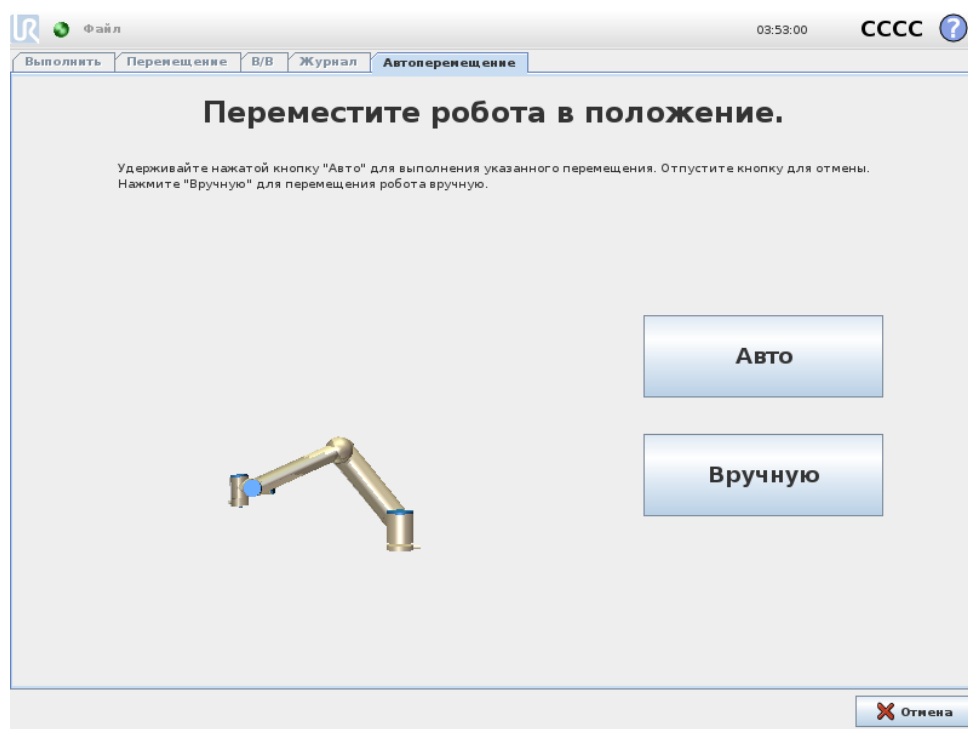
Просмотр состояния цифровых входов клиента MODBUS.

Выходы

Просмотр и изменение состояния цифровых выходов клиента MODBUS. Сигнал можно изменить, только если это разрешено настройкой во вкладке Ввод-вывод (см. 13.8).

13.4 Вкладка ВкАвтоперемещениеВъ

Вкладка ВкАвтоперемещениеВъ используется, если робот должен перейти в указанное положение в пределах своей рабочей зоны. Например, если необходимо переместить манипулятор робота в исходное положение программы перед запуском или переместить в контрольную точку при изменении программы.



Анимация

Анимация показывает движение манипулятора робота, которое он будет выполнять.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Сравните анимацию с положением реального манипулятора робота и убедитесь, что манипулятор робота сможет безопасно выполнить это движение, не задев никакие препятствия.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Функция автоперемещения выполняет движения вдоль робота по затененной траектории. Столкновение может привести к повреждению робота или другого оборудования.

Авто

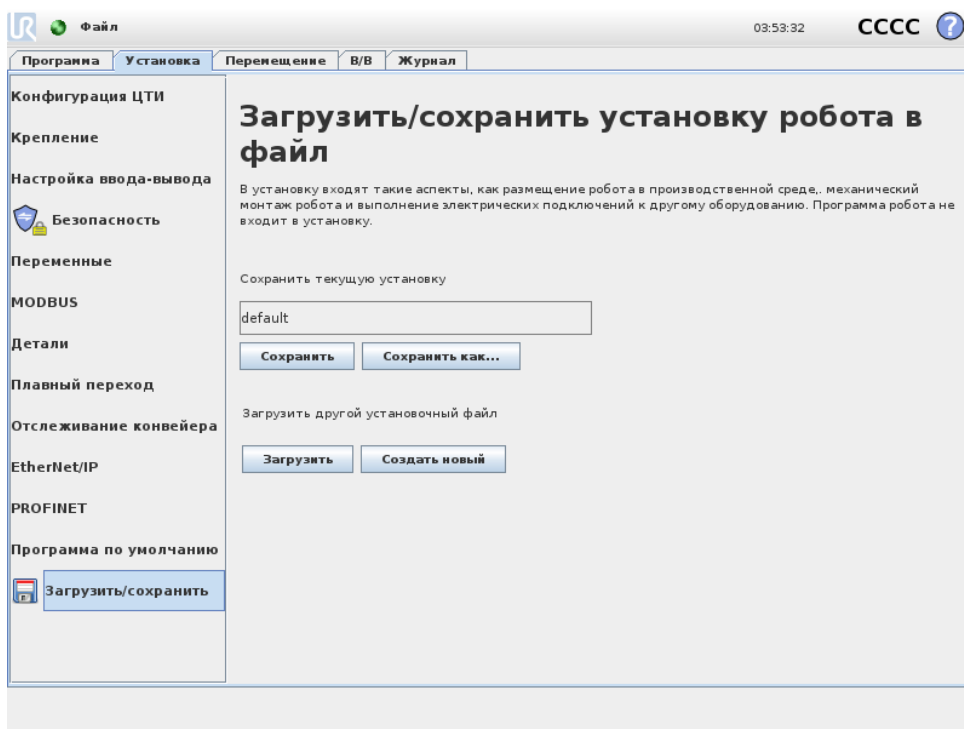
Для перемещения манипулятора робота, как показано в анимации, нажмите и удерживайте кнопку Авто.

Примечание. Чтобы остановить движение, отпустите кнопку в любое время.

Вручную

Нажмите кнопку Вручную, чтобы перейти на вкладку Перемещение, на которой можно вручную управлять движениями робота. Это требуется только в том случае, если движение в анимации не подходит.

13.5 Установка → Загрузить/сохранить



В установку входят такие аспекты, как размещение манипулятора робота и блока управления в производственной среде, механический монтаж манипулятора робота и выполнение электрических подключений к другому оборудованию. Программа робота не входит в установку.

Настройка данных параметров может быть выполнена с использованием различных экранов на закладке Установка, за исключением доменов вводов/выводов, настройка которых осуществляется на закладке Ввод-вывод (см. 13.2).

Допускается использование более одного установочного файла для робота. Созданные программы будут использовать активную установку и автоматически загружать эту установку при выполнении.

Все изменения установки необходимо сохранить, чтобы их можно было использовать после выключения питания. При наличии несохраненных изменений в установке, отображается значок дискеты рядом с текстом Загрузить/Сохранить в левой части закладки Установка.

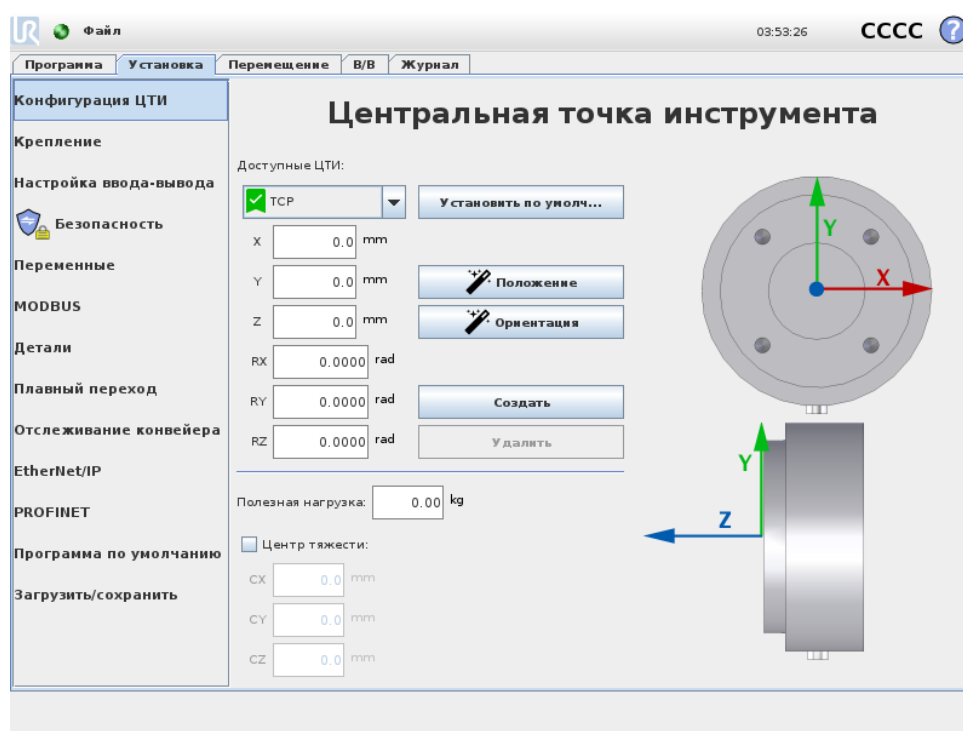
Сохранение установки может быть выполнено путем нажатия кнопки Сохранить или Сохранить как. . . . Сохранение программы также приводит к сохранению активной установки. Для загрузки другого установочного файла воспользуйтесь кнопкой Загрузить. Нажатие кнопки Создать новую выполняет сброс всех настроек установки робота до заводских настроек.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Использование робота с установкой, загруженной с USB-накопителя, не рекомендуется. Для использования установки, хранящейся на USB-накопителе, сначала необходимо выполнить ее загрузку и затем сохранить ее в локальной папке программы с помощью кнопки Сохранить как. . . .

13.6 Установка → Конфигурация ЦТИ



Центральная точка инструмента (ЦТИ) является точкой на инструменте робота. Чтобы определить ЦТИ и присвоить ей название, перейдите во вкладку ВкУстановкаВъ на экране Настройка центральной точки инструмента (см. выше). Каждая ЦТИ содержит смещение и вращение относительно центра выходного фланца инструмента.

Если робот запрограммирован на возвращении к ранее сохраненной контрольной точке, то он переместит ЦТИ в положение и ориентацию, которые сохранены в контрольной точке. Если робот запрограммирован для линейного движения, то ЦТИ перемещается линейно. Координаты X, Y и Z указывают положение ЦТИ, тогда как координаты RX, RY и RZ указывают ее ориентацию. Если все значения равны нулю, то ЦТИ совпадает с центральной точкой на выходном фланце инструмента и принимает систему координат, изображенную на экрана.

13.6.1 Добавление, изменение и удаление ЦТИ

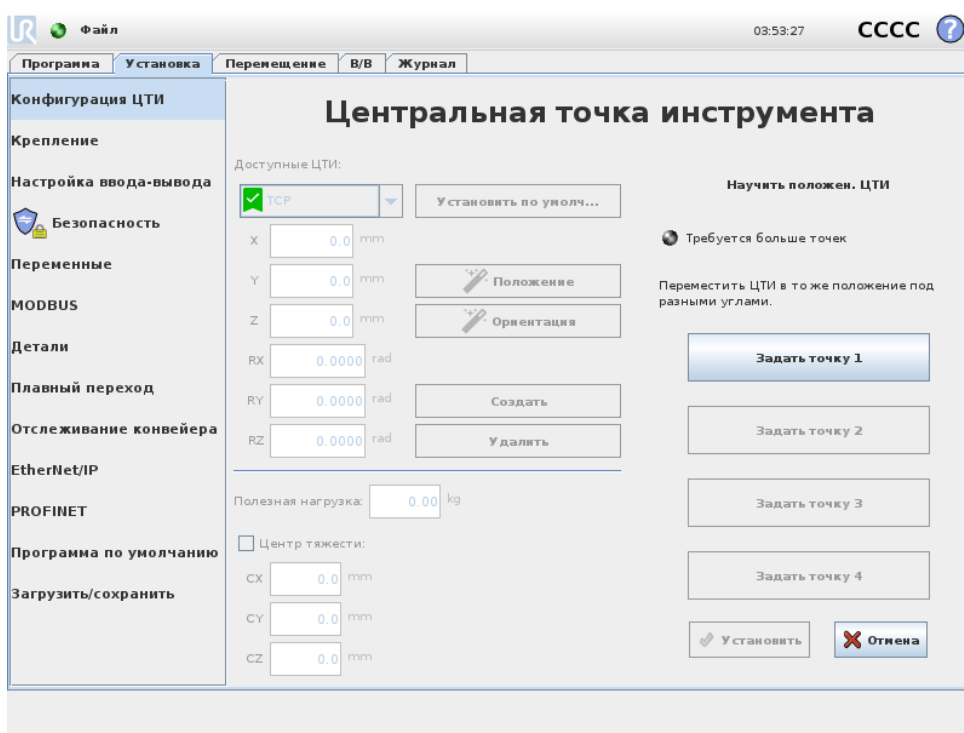
Для определения новой ЦТИ нажмите кнопку Создать. Созданная ЦТИ автоматически получает уникальное название и становится доступной на выбор в раскрывающемся меню. Перемещение и вращение выбранной ЦТИ могут быть изменены при нажатии соответствующих белых текстовых полей и вводе новых значений. Для удаления выбранной ЦТИ просто нажмите кнопку Удалить. Последняя оставшаяся ЦТИ не может быть удалена.

13.6.2 ЦТИ по умолчанию и активная

Существует одна ЦТИ, настроенная по умолчанию, которая обозначается зеленой галочкой слева от ее названия в раскрывающемся меню Доступные ЦТИ. Чтобы установить ЦТИ по умолчанию, выберите нужную ЦТИ и нажмите Установить по умолчанию.

Смещение ЦТИ предназначено в качестве активного, чтобы определить все линейные движения в пространстве системы декартовых координат. Данное смещение активной ЦТИ отображается во вкладке ВкГрафикиВь (см. 14.29). Перед выполнением программы ЦТИ по умолчанию устанавливается в качестве активной ЦТИ. В программе любую из указанных ЦТИ можно установить в качестве активной для определенного движения робота (см. 14.5 и 14.10).

13.6.3 Обучение положению ЦТИ



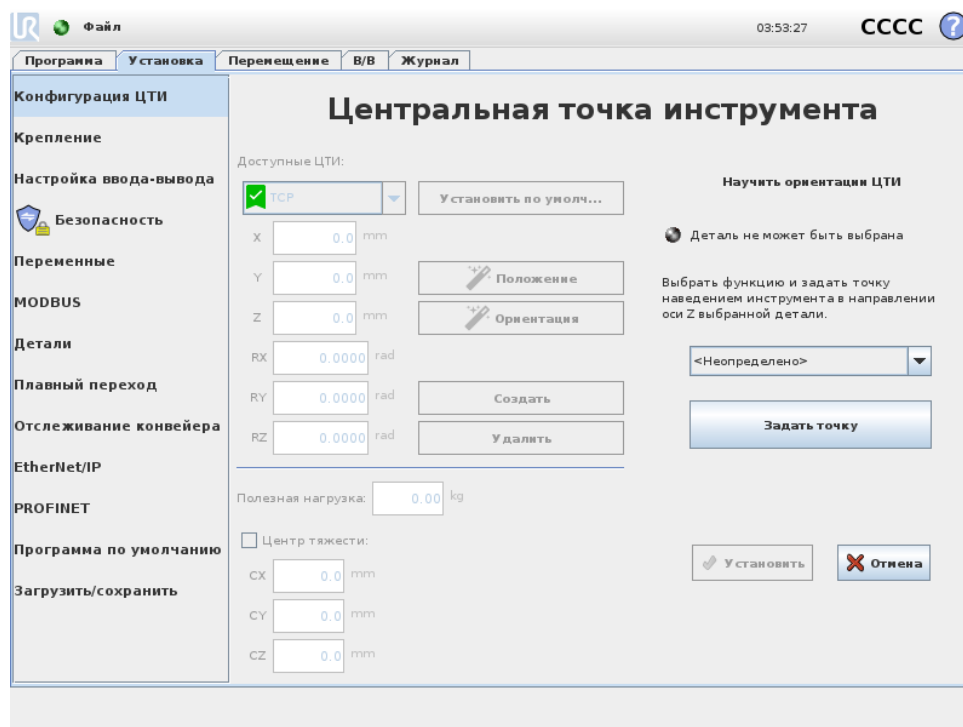
Координаты положения ЦТИ могут быть вычислены автоматически следующим образом:

1. Нажмите на Мастер положения ЦТИ.
2. Выберите фиксированную точку в рабочей области робота.
3. С помощью кнопок на правой стороне экрана переместите ЦТИ из по меньшей мере трех различных углов и сохраните соответствующие положения выходного фланца инструмента.

- Нажмите кнопку **Установить**, чтобы применить проверенные координаты для соответствующей ЦТИ. Для правильного расчета данные о положении должны быть достаточно различаться. Если они не имеют достаточно различий, то световой индикатор состояния над кнопками изменить цвет на красный.

И хотя для определения правильной ЦТИ обычно достаточно три положения, для дополнительной проверки расчета может использоваться и четвертое положение. Качество каждой сохраненной точки по отношению к вычисляемой ЦТИ указывается зеленым, желтым или красным светодиодом на соответствующей кнопке.

13.6.4 Обучение ориентации ЦТИ



- Нажмите на **Мастер ориентации ЦТИ**.
- Из раскрывающегося списка выберите деталь. (См. 13.12) для дополнительной информации по определению новых деталей
- Нажмите кнопку **Установить точку** и при помощи стрелок для перемещения инструмента сместить в положение, при котором ориентация инструмента и соответствующей ЦТИ совпадает с системой координат выбранной детали.
- Проверьте ориентацию рассчитанной ЦТИ и примените ее на выбранную ЦТИ с помощью кнопки **Установить**.

13.6.5 Полезная нагрузка

Масса инструмента робота указывается в нижней части экрана. Чтобы сменить данный параметр, просто нажмите белое текстовое поле и введите новое значение массы. Данный параметр применяется ко всем определенным ЦТИ. Более подробную информацию о максимальной допустимой полезной нагрузке см. в руководстве по установке оборудования.

13.6.6 Центр тяжести

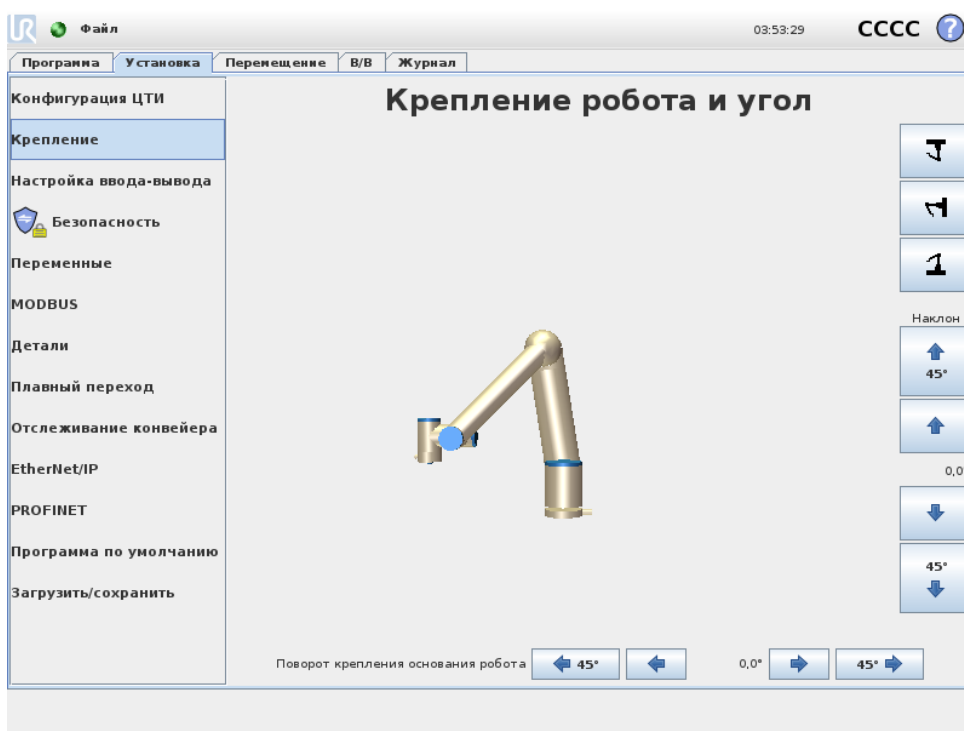
Центр тяжести инструмента указывается в полях CX, CY и CZ. Если не указано, то в качестве центр тяжести инструмента используется ЦТИ. Данный параметр применяется ко всем определенным ЦТИ.



ВНИМАНИЕ:

Используйте правильные параметры установки. Сохраняйте и загружайте установочные файлы вместе с программой.

13.7 Установка → Монтаж



Определение монтажа манипулятора робота необходим по двум причинам:

1. Создание правильного отображения манипулятора робота на экране.
2. Ввод в контроллер информации о направлении силы тяжести.

Расширенная динамическая модель обеспечивает плавное и точное перемещение манипулятора робота, а также она позволяет манипулятору робота удерживать себя в режиме свободного привода. По этой причине необходимо правильно установить манипулятор робота.



ВНИМАНИЕ:

Некорректный монтаж манипулятора робота может привести к частым защитным остановам и/или к перемещению манипулятора робота при нажатии кнопки Свободный привод.

Если манипулятор робота установлен на плоской поверхности (стол и пол), то не нужно менять значения на экране. Тем не менее, если манипулятор робота устанавливается на потолке, на стене или под углом, то параметры необходимо изменить при помощи кнопок.

Кнопки с правой стороны экрана предназначены для настройки угла монтажа манипулятора робота. Три верхние кнопки справа используются для выбора угла на потолке (180°), на стене (90°), на полу (0°). Кнопка Наклон позволяет установить произвольный угол.

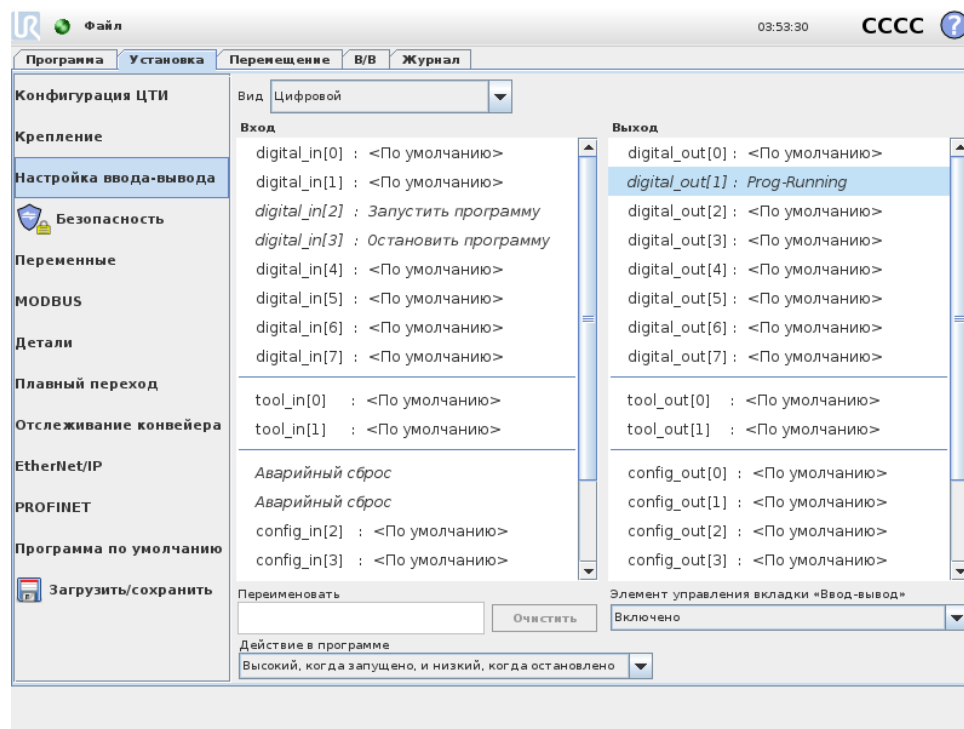
Кнопки в нижней части экрана используются для поворота манипулятора робота при монтаже в соответствии с фактической установкой.



ВНИМАНИЕ:

Используйте правильные параметры установки. Сохраняйте и загружайте установочные файлы вместе с программой.

13.8 Установка → Настройка ввода-вывода



На экране ВкНастройка ввода-выводаВъ пользователь может определить сигналы ввода-вывода и настроить действия при помощи элементов управления вкладки ВкВвод-выводВъ.

Разделы Ввод и Вывод содержат следующие типы сигналов ввода-вывода:

- Цифровые стандартные общего назначения, настраиваемые и инструментальные
- Аналоговые стандартные общего назначения и инструментальные
- MODBUS

- Регистры общего назначения (логические, целочисленные и с плавающей точкой) Доступ к регистрам общего назначения может осуществляться посредством промышленной сети (например, Profinet и EtherNet/IP).

13.8.1 Тип сигнала ввода-вывода

Чтобы ограничить количество сигналов, перечисленных в разделах Ввод и Вывод, необходимо использовать выпадающее меню Вид в верхней части экрана для изменения отображаемого контента, основанного на типе сигнала.

13.8.2 Назначение пользовательских имен

Для более легкого запоминания назначения сигналов во время работы с роботом пользователи могут присвоить названия сигналам ввода и вывода.

- Выберите нужный сигнал
- Щелкните по текстовому полю в нижней части экрана, чтобы присвоить название.
- Чтобы сбросить название на название по умолчанию, нажмите кнопку Очистить.

Регистр общего назначения должен иметь пользовательское название, чтобы он был доступен в программе (например, для команды Ожидание или условного выражения команды Если) Команды Ожидание и Если описываются в (14.9) и (14.18) соответственно. Именованные регистры общего назначения могут быть найдены в области выбора Ввод или Вывод на экране редактора выражений.

13.8.3 Входные/выходные действия и управление на вкладке Ввод-вывод

Входные действия: Стандартные цифровые входные сигналы общего назначения и два цифровых входных сигнала инструмента, а также входные регистры общего назначения логического типа и настраиваемые входные сигналы, которые не используются для функций безопасности, могут быть настроены для выполнения действия. **Доступные действия:**

- Запустить текущую программу
- Остановить текущую программу
- Приостановить текущую программу

Кроме того можно настроить действие для включения и отключения режима свободного привода при высоком/низком входном сигнале. (схоже с использованием кнопки свободного привода с обратной стороны подвесного пульта обучения).

Выходные действия: Выходной сигнал по умолчанию сохраняет значения после остановки выполнения программы. Данные цифровые выходы могут иметь действия выхода:

- Цифровой выход
- Выход инструмента
- Настраиваемый выход
- Выходной сигнал логического типа общего назначения
- Цифровой выход MODBUS
- Аналоговый выход (выход от максимального к минимальному)

Доступные действия:

Низкий, когда не запущено : Выход низкий, когда состояние программы ВкостановленоВъ или ВкприостановленоВъ.

Высокий, когда не запущено : Выход высокий, когда состояние программы ВкостановленоВъ или ВкприостановленоВъ.

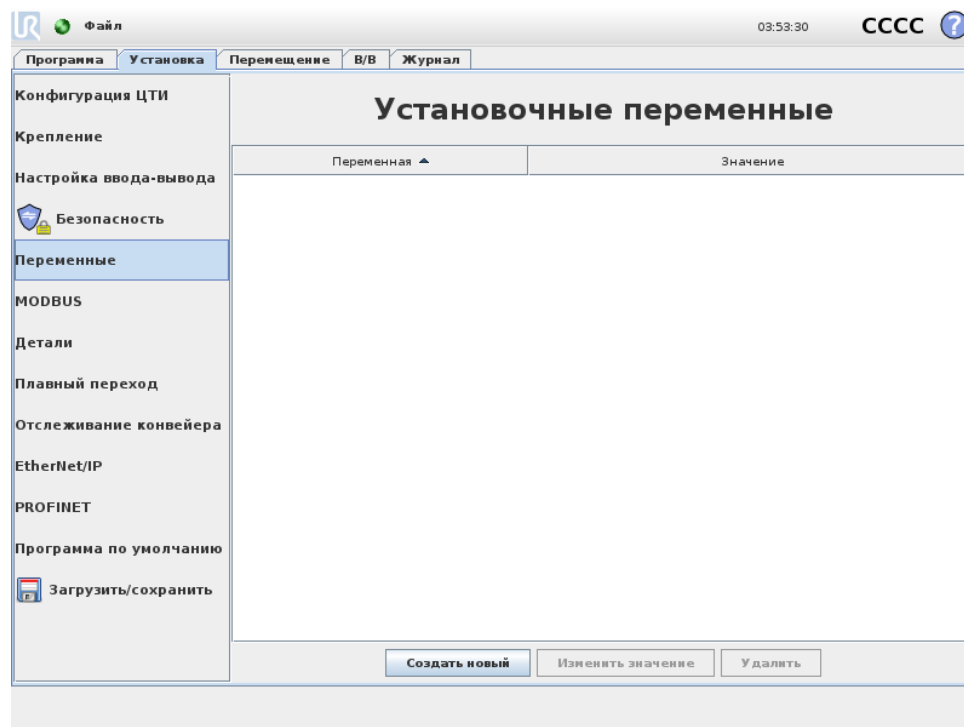
Высокий, когда не запущено, и низкий, когда остановлено : Выход низкий, когда состояние программы ВкостановленоВъ или ВкприостановленоВъ и высокий во время работы.

Элемент управления вкладки ВкВвод-выводВъ: Можно также указать возможность управления выходным сигналом на вкладке Ввод-вывод (только программисты или программисты и операторы) или ограничить изменение значения выходного сигнала только программой робота.

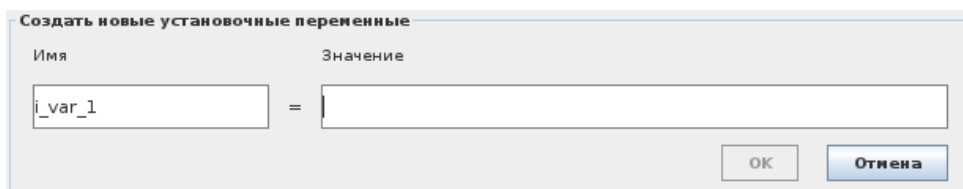
13.9 Установка → Безопасность

См. раздел 10.

13.10 Установочные → переменные



Переменные, созданные на экране переменных, носят название ВкУстановочные переменныеВъ и используются в качестве обычных переменных программы. Установочные переменные отличаются, поскольку они сохраняют свои значения даже в случае остановки и повторного запуска программы, а также после отключения и повторного включения манипулятора робота и/или блока управления. Их названия и значения сохраняются вместе с установкой, что позволяет использовать одну и ту же переменную в нескольких программах.



После нажатия Создать отображается окно с предлагаемым именем новой переменной. Данное имя возможно изменить, ввод значения осуществляется касанием текстового поля. Нажатие кнопки ОК может быть выполнено только если используемое имя свободно в данной установке.

Изменение значения установочной переменной возможно путем выделения переменной в списке и нажатием Изменить значение.

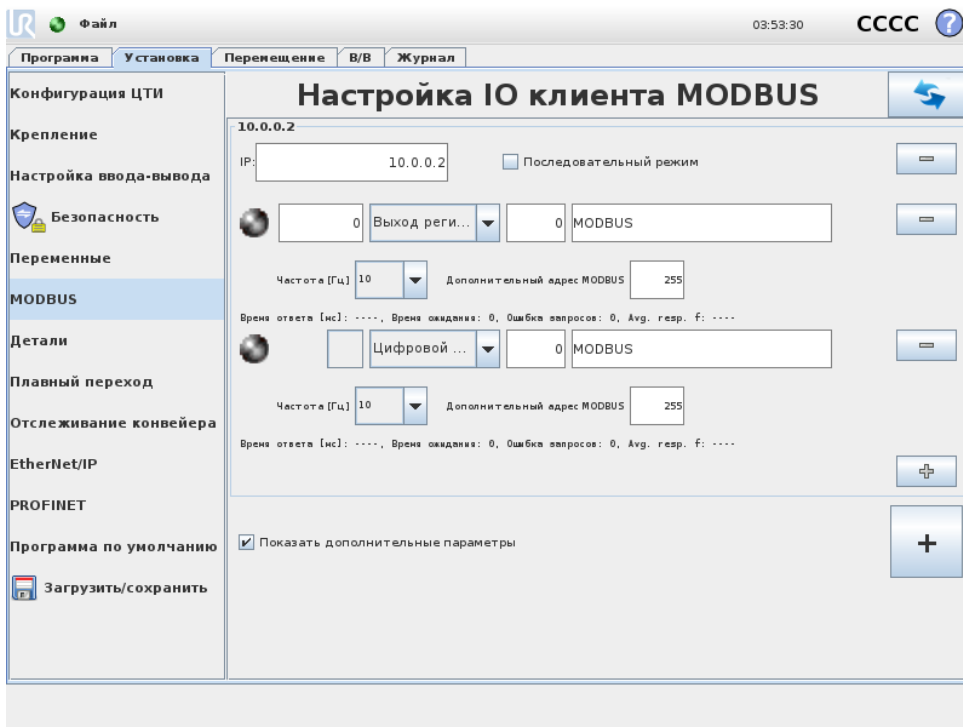
Для удаления переменной, выберите ее и нажмите кнопку Удалить.

После настройки установочных переменных необходимо сохранить установку, чтобы сохранить конфигурацию, (см. 13.5).

Установочные переменные и их значения автоматически сохраняются каждые 10 минут.

Если после загрузки программы или установки обнаружится одна или несколько программных и установочных переменных с одинаковыми названиями, пользователю предоставляется два вариант действий: использовать установочные переменные с совпадающими названиями вместо программных или выполнить автоматическое переименование конфликтующих переменных.

13.11 Установка → Настройка ввода-вывода MODBUS



На этом экране можно настроить сигналы ввода-вывода клиента (мастера) MODBUS. Подключения к серверам MODBUS (или дополнительным устройствам) по заданным IP-адресам могут

быть созданы с использованием входных/выходных сигналов (регистровых или цифровых).
Имя каждого сигнала уникальное, что позволяет использовать их в программах.

Обновить

Нажмите данную кнопку для обновления всех подключений MODBUS. Обновление отключает и снова подключает все модули MODBUS. Вся статистика очищается.

Добавить модуль

Нажмите данную кнопку для добавления нового модуля MODBUS.

Удалить модуль

Нажмите данную кнопку, чтобы удалить модуль MODBUS и все сигналы, добавленные в этот модуль.

Установить IP-адрес модуля

В данном разделе отображается IP-адрес модуля MODBUS. Нажмите эту кнопку, чтобы изменить его.

Последовательный режим

Доступно, только если выбрано Показать дополнительные параметры (см. 13.11). Выбор этого флажка вынуждает клиента MODBUS дожидаться ответа, прежде чем отправлять следующий запрос. Это режим требуется для некоторых блоков промышленных шин. Включение данного параметра может помочь при наличии нескольких сигналов, а увеличение частоты запросов приводит к отключению сигнала. Обратите внимание, что фактическая частота сигнала может быть ниже запрашиваемой, когда в последовательном режиме определяется несколько сигналов. Фактическую частоту сигнала можно посмотреть в статистике сигнала (см. раздел 13.11). Индикатор сигнала становится желтым, если фактическая частота сигнала меньше половины значения, выбранного из раскрывающегося списка ВкЧастотаВнь.

Добавить сигнал

Нажмите данную кнопку для добавления нового сигнала к соответствующему модулю MODBUS.

Удалить сигнал

Нажмите данную кнопку для удаления сигнала MODBUS из соответствующего модуля MODBUS.

Установить тип сигнала

Выберите тип сигнала в раскрывающемся меню. Доступны следующие типы.

Цифровой вход: Цифровой вход (катушка) — это однобитовая величина, которая считывается из модуля MODBUS на катушке, указанной в адресном поле сигнала. Используется код функции 0x02 (дискретные считывающие входы).

Цифровой выход: Цифровой выход (катушка) — это однобитовая величина, которая может принимать высокое или низкое значение. Если пользователь не задал значение этого выхода, оно будет считываться из модуля MODBUS. Это означает, что используется код функции 0x01 (считывающих катушек). Если установка выхода осуществляется программой робота или нажатием кнопки Задать значение сигнала, после этого будет использоваться код функции 0x05 (записывающая одновитковая катушка).

Вход регистра: Вход регистра — это 16-битовая величина, которая считывается из адреса, указанного в адресном поле. Используется код функции 0x04 (считывающие входные регистры).

Выход регистра: Выход регистра — это 16-битовая величина, которую может задать пользователь. Если значение данного регистра не задано, оно будет считываться из удаленного модуля MODBUS. Это означает, что используется код функции 0x03 (считывающие удерживающие регистры). Если установка выхода осуществляется программой робота или в поле Задать значение сигнала, после этого будет использоваться код функции 0x06 (записывающая одновитковая катушка) для установки значения удаленного модуля MODBUS.

Установить адрес сигнала

Данное поле отображает адрес на удаленном сервере MODBUS. С помощью экранного цифрового блока выберите другой адрес. Допустимые адреса зависят от производителя и конфигурации модуля MODBUS.

Установить имя сигнала

Установка имени сигнала осуществляется с использованием экранной клавиатуры. Данное имя используется при использовании сигнала в программах.

Значение сигнала

В этом поле показано текущее значение сигнала. Для сигналов регистра значение выражено целым числом без знака. Для сигналов выхода требуемое значение сигнала можно задать с помощью кнопки. Для выхода регистра значение, которое будет записано в модуль, также должно быть выражено целым числом без знака.

Состояние подключения для передачи сигнала

Этот значок показывает, можно ли выполнить правильное считывание/запись сигнала (зеленый), или от модуля получен неожиданный ответ либо модуль недоступен (серый). В случае получения в ответе MODBUS исключения, отображается код ответа. Список исключений ЦТИ MODBUS:

- E1: НЕДОПУСТИМАЯ ФУНКЦИЯ (0x01)** Код функции, полученный в запросе, является недопустимым действием для сервера (или дополнительного устройства).
- E2: НЕДОПУСТИМЫЙ АДРЕС ДАННЫХ (0x02)** Код функции, полученный в запросе, является недопустимым действием для сервера (или дополнительного устройства). Проверьте, что введенный адрес сигнала соответствует установке удаленного сервера MODBUS.
- E3: НЕДОПУСТИМОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДАННЫХ (0x03)** Значение, содержащееся в поле данных запроса, является недопустимым действием для сервера (или дополнительного устройства).

Проверьте, что введенное значение сигнала является корректным для соответствующего адреса удаленного сервера MODBUS.

- E4: НЕИСПРАВНОСТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА (0x04)** Произошла невосстановимая ошибка при попытке сервера (или дополнительного устройства) выполнить запрошенное действие.
- E5: ПОДТВЕРЖДЕНИЕ (0x05)** Используется одновременно с отправкой команд к удаленному модулю MODBUS.
- E6: ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ЗАНЯТО (0x06)** Используется одновременно с отправкой команд к удаленному модулю MODBUS в случае, если сервер (или дополнительное устройство) в настоящий момент не отвечает.

Показать дополнительные параметры

С помощью этого флажка можно показать/скрыть дополнительные параметры каждого сигнала.

Дополнительные параметры

Частота обновления: в этом меню можно изменить частоту обновления сигнала. Это означает частоту, с которой отправляются запросы в удаленный модуль MODBUS для считывания или записи значения сигнала. Если частота установлена на 0, то запросы MODBUS инициируются по запросу при помощи функций сценариев `modbus_get_signal_status`, `modbus_set_output_register` и `modbus_set_output_signal`.

Дополнительный адрес: это текстовое поле можно использовать для установки дополнительного адреса для запросов в соответствии с определенным сигналом. Значение должно находиться в диапазоне 0-255, значение по умолчанию равно 255. В случае необходимости изменения данного значения, рекомендуется обратиться к руководству удаленного устройства MODBUS для проверки функциональности устройства при изменении дополнительного адреса.

Восстановить соединение с счетчиком: Количество закрытий подключений ЦТИ и повторных подключений.

Статус подключения: Статус подключения ЦТИ

Время ответа [мс:] Время между отправкой запроса MODBUS и получением ответа – обновляется только при активном подключении.

Пакетные ошибки Modbus: Количество полученных пакетов, содержащих ошибки (то есть недопустимая длина, отсутствующие данные, ошибка подключения ЦТИ).

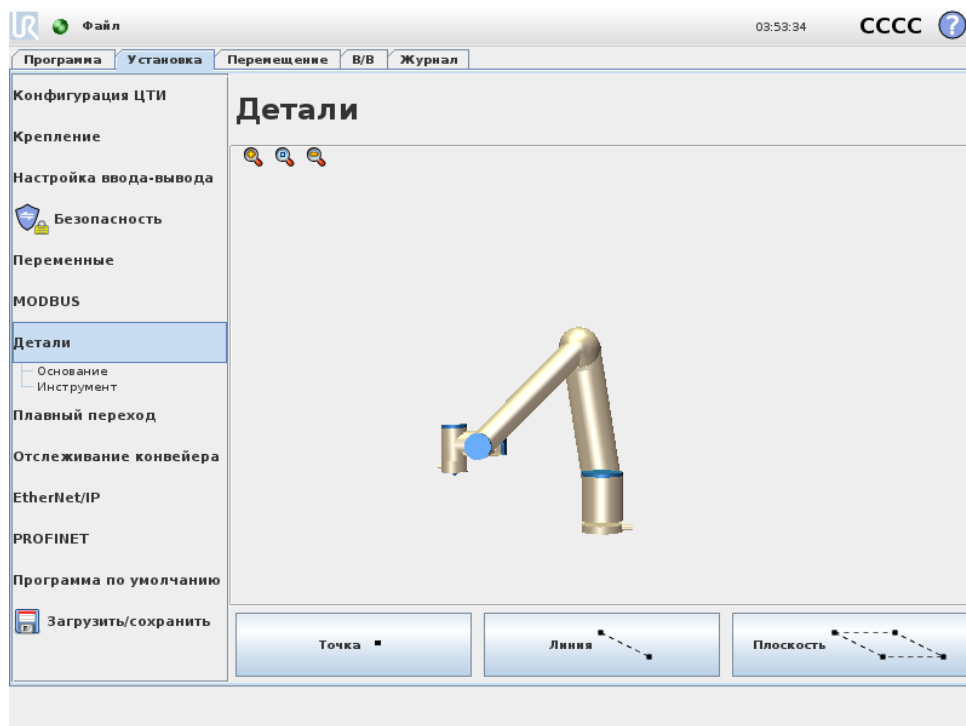
Время ожидания: Количество запросов MODBUS, оставшихся без ответа.

Ошибка запросов: Количество пакетов, которые невозможно было отправить из-за недействительного состояния подключения.

Рабочая частота: Средняя частота обновлений состояния сигнала клиента (мастера). Значение пересчитывается каждый раз, когда сигнал получает ответ от сервера (или дополнительного устройства).

Все счетчики считают до 65535, а затем откатываются обратно до 0.

13.12 Установка → Детали



Деталь является отображением объекта, которому задается название для дальнейшего использования и позиция в шестимерном пространстве (положение и ориентация) относительно основания робота.

Некоторые вспомогательные части программы робота содержат движения, которые выполняются относительно конкретных объектов помимо основания манипулятора робота. К таким объектам относятся столы, другие машины, обрабатываемые детали, конвейеры, платформы, видеосистемы, заготовки или границы, которые находятся вокруг манипулятора робота. Робот всегда имеет две предварительно заданные детали. Положение каждой детали определяется конфигурацией манипулятора робота:

- Деталь основания определяется с помощью начальной точки в центре основания робота (см. рис. 13.1)
- Деталь инструмента определяется с помощью начальной точки в центре текущей ЦТИ (см. рис. 13.2)

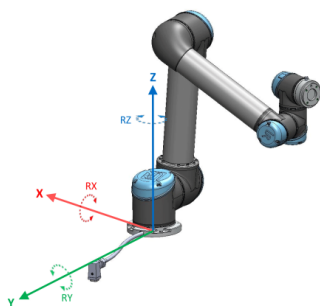


Figure 13.1: Деталь Основание

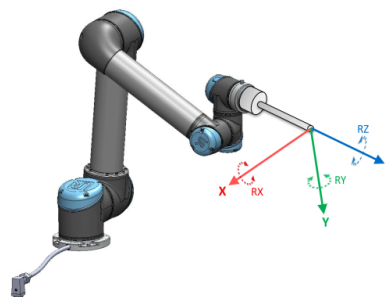


Figure 13.2: Деталь Инструмент (ЦТИ)

Пользовательские детали расположены согласно метода, который использует текущее положение ЦТИ в рабочей области. Это означает, что пользователи могут задавать методом обучения расположения деталей, используя режим свободного привода или толчковый режим для перемещения робота в необходимое положение.

Существует три разных стратегии (Точка, Линия и Плоскость) для определения положения детали. Выбор наилучшей стратегии для каждого случая зависит от типа используемого объекта и требований точности. В целом деталь, построенная на нескольких входных точках (Линия и Плоскость), предпочтительней, если это возможно для выбранного объекта. Для более точного определения направления линейного конвейера определите две точки Линии детали на максимально удаленном расстоянии. Точка детали также может быть использована для определения линейного конвейера, но пользователь должен направить ЦТИ в направлении движения конвейера.

Использование нескольких точек для определения положения стола означает, что ориентация основывается на положениях, а не на ориентации одной ЦТИ. Труднее определить ориентацию одной ЦТИ с высокой точностью.

Чтобы узнать больше о различных методах определения детали, см. (разделы: 13.12.2), (13.12.3) и (13.12.4).

13.12.1 Использование функции

Если в установке определена деталь, к ней можно обратиться из программы робота для связывания движений робота (например, команды MoveL и MoveP) с деталью (см. раздел 14.5). Это позволяет осуществить быструю адаптацию программы робота (например, при наличии нескольких роботизированных станций, при перемещении объекта во время выполнения программы или при постоянном перемещении объекта в пространстве). Благодаря настройке детали для объекта все перемещения в программе, связанные с объектом, соответственно изменяются. Чтобы найти другие примеры, см. (разделы 13.12.5) и (13.12.6).

Детали, настроенные как подвергаемые встряске, также являются полезными инструментами при ручном перемещении робота на вкладке Переместить (раздел 13.1) или на экране изменения положения (см. 12.2). Если деталь выбрана в качестве исходной, кнопки ВкПеремещение инструментаВъ для перемещения и вращения будут работать в выбранном пространстве детали (см. 13.1.2) и (13.1.3), считывая координаты ЦТИ. Например, если стол определен в качестве детали и выбран в качестве исходного во вкладке ВкПереместитьВъ, то стрелки перемещения (вверх/вниз, левый/правый, вперед/назад) переместят робота в данном направлении относительно стола. Кроме того, координаты ЦТИ будут в рамках стола.

Переименовать

Данная кнопка переименует деталь.

Удалить

С помощью этой кнопки можно удалить выбранную деталь и все связанные с ней второстепенные детали.

Показать оси

Можно указать необходимость отображения осей координат выбранной детали на трехмерном изображении. Этот параметр применяется к данному экрану и к экрану Переместить.

Изменить точку

Используйте кнопку Изменить эту точку для задания или изменения выбранной детали. Откроется вкладка Переместить (раздел 13.1), на которой можно будет задать новое положение детали.

Подвергается тряске

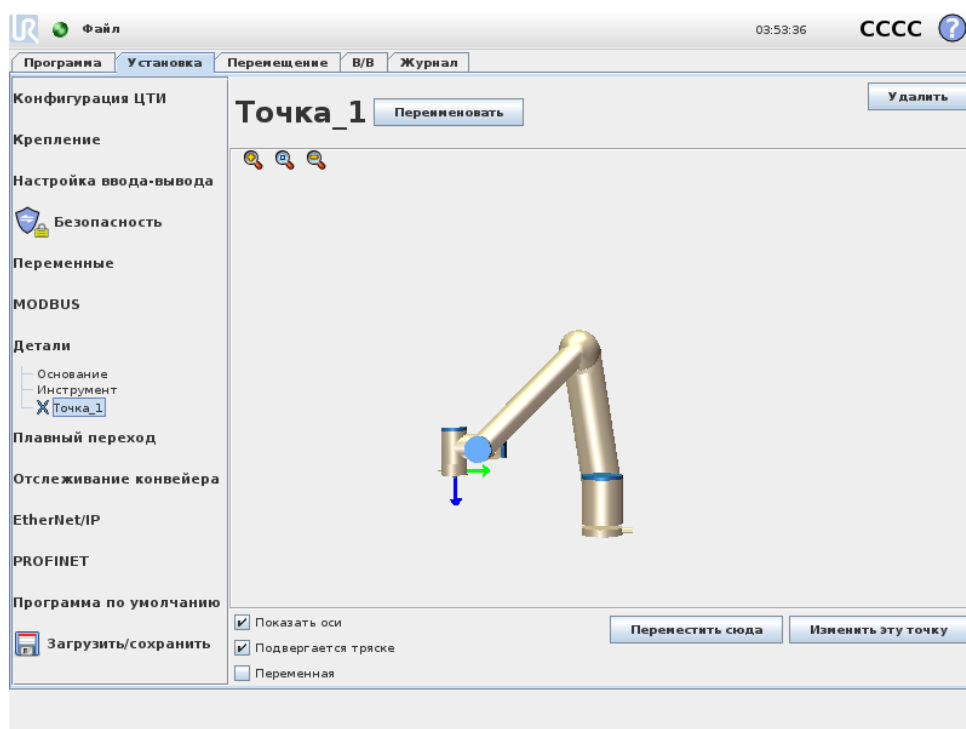
Укажите, должна ли выбранная деталь подвергаться встряске. Этот параметр определяет, будет ли данная деталь отображаться в меню деталей на экране Переместить.

Использование кнопки ВкПереместить робота сюдаВъ

Нажмите кнопку Переместить робота сюда, чтобы переместить манипулятор робота в направлении выбранной детали. В конце перемещения системы координат детали и ЦТИ совпадут.

13.12.2 Новая точка

Нажмите кнопку Точка, чтобы добавить точку в установку. Точка определяет границы безопасности или глобальную исходную конфигурацию манипулятора робота. Положение точки определяется как положение и ориентация ЦТИ.



13.12.3 Новая линия

Нажмите кнопку Линия, чтобы добавить линию в установку. Линия определяет траекторию движения робота. (например, при использовании функции отслеживания конвейера). Линия

l определяется как ось между двумя точками детали $p1$ и $p2$, как показано на рисунке 13.3.

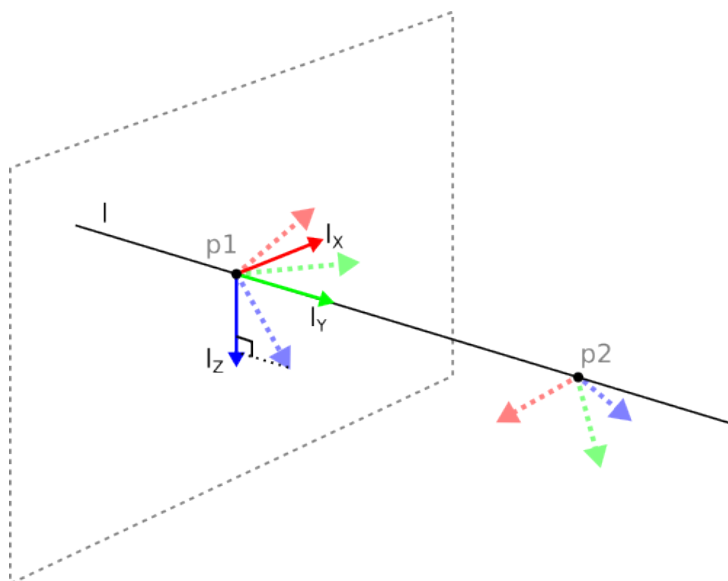
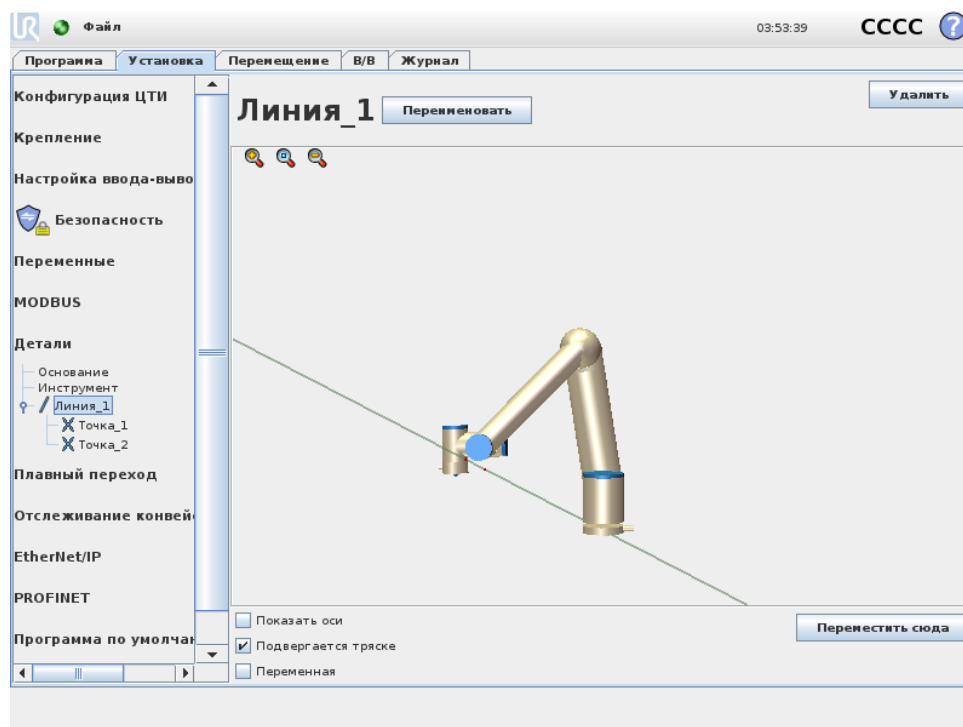


Figure 13.3: Определение линии детали

На рисунке 13.3 ось, идущая от первой точки ко второй точке, образует ось Y в системе координат линии. Ось Z определяется проекцией оси Z точки $p1$ на плоскость, перпендикулярную линии. Положение системы координат линии совпадает с положением точки $p1$.



13.12.4 Плоскость

Выберите плоскость если требуется система координат с высокой степенью точности, например, при работе с видеосистемами или при выполнении движений относительно стола.

Добавление плоскости

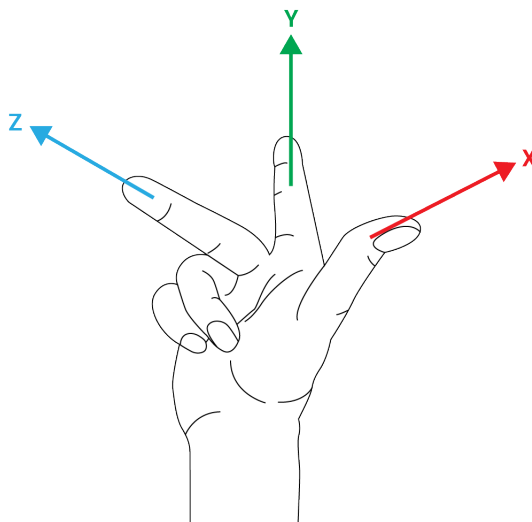
1. В разделе ВкУстановкаВнь выберите раздел Детали.
2. В разделе ВкДеталиВнь нажмите кнопку Плоскость.

Настройка плоскости

После нажатия кнопки для создания новой плоскости на экране появится окно, которое поможет вам создать плоскость.

1. Выберите начальную точку
2. Переместите робота, чтобы задать направление положительной оси X плоскости
3. Переместите робота, чтобы задать направление положительной оси Y плоскости

Плоскость определяется правилом правой руки, то есть ось Z является векторным произведением осей X и Y, как показано ниже.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Вы можете повторно настроить плоскость в противоположном направлении оси X, если вы хотите, чтобы обычное положение плоскости находилось в обратном направлении.

Чтобы изменить существующую плоскость, выберите плоскость и нажмите кнопку ВкИзменить плоскостьВнь. Затем выполните настройку новой плоскости в том же окне.

13.12.5 Пример: Ручное обновление детали для настройки программы

Рассмотрите случай, где несколько частей программы робота связаны со столом. На рисунке 13.4 показано перемещение из контрольной точки wp1 в точку wp4.

Для применения требуется повторное использование программы при нескольких установках робота, если положение стола имеет незначительные отличия. Перемещение относительно стола является идентичным. Определив положение стола в качестве детали P1 в установке, программа с помощью команды MoveL, настроенная относительно плоскости, может быть

Программа робота

```

MoveJ
  S1
MoveL # Деталь: P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4

```

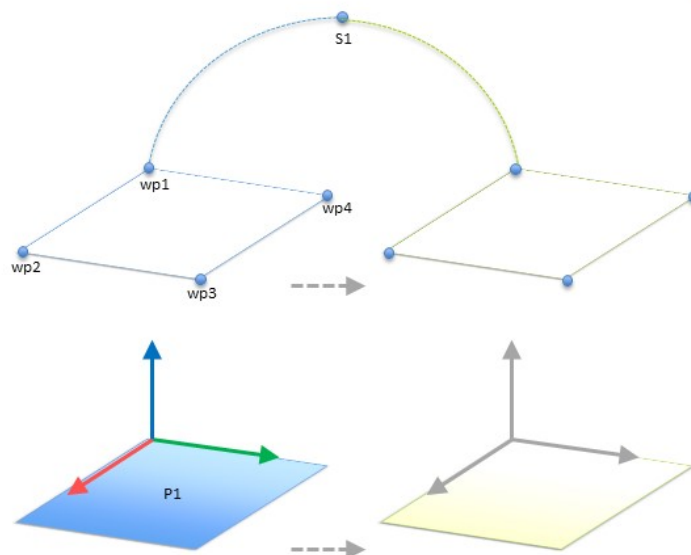


Figure 13.4: Простая программа с четырьмя контрольными точками по отношению к плоскости функции обновляется вручную посредством изменения функции

легко задействована на дополнительных роботах посредством простого обновления фактического положения стола в установке.

Данная концепция применима ко множеству деталей для создания универсальной программы, которая может выполнять одну и ту же задачу во многих роботах, даже если установки имеют разные положения в рабочем пространстве.

13.12.6 Пример: Динамическое обновление положения детали

К примеру, схожий случай с перемещением робота по определенной траектории в верхней части стола для выполнения определенной задачи (см. 13.5).

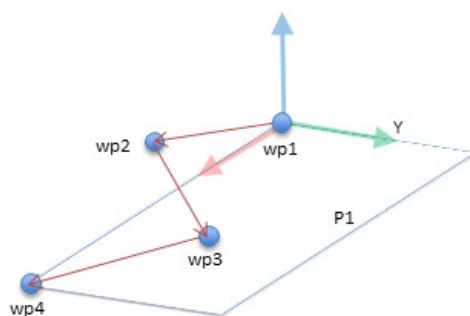


Figure 13.5: Команда MoveL с четырьмя контрольными точками относительно плоскости детали

Движение относительно детали P1 повторяется несколько раз, каждый раз со смещением о. В данном примере заданное смещение составляет 10 см в направлении Y (см. рисунок 13.6, смещения O1 и O2). Это достигается за счет использования, функций сценариев `pose_add()` или `pose_trans()` для управления переменной.

Можно переключать на другую деталь во время выполнения программы вместо добавления смещения. Этот случай показан в примере ниже (см. рисунок 13.7), где исходная деталь

Программа робота

```
MoveJ
  wp1
y = 0,01
o = p[0,y,0,0,0,0]
P1_var = pose_trans(P1_var, o)
MoveL # Деталь: P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
```

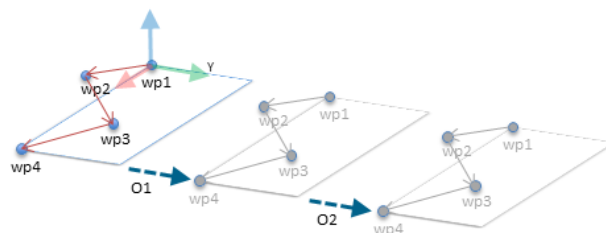


Figure 13.6: Применение смещения к плоскости детали

для команды MoveL P1_var может переключаться между двумя плоскостями P1 и P2.

Программа робота

```
MoveJ
  S1
если (цифровой_вход [0]) тогда
  P1_var = P1
иначе
  P1_var = P2
MoveL # Деталь: P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
```

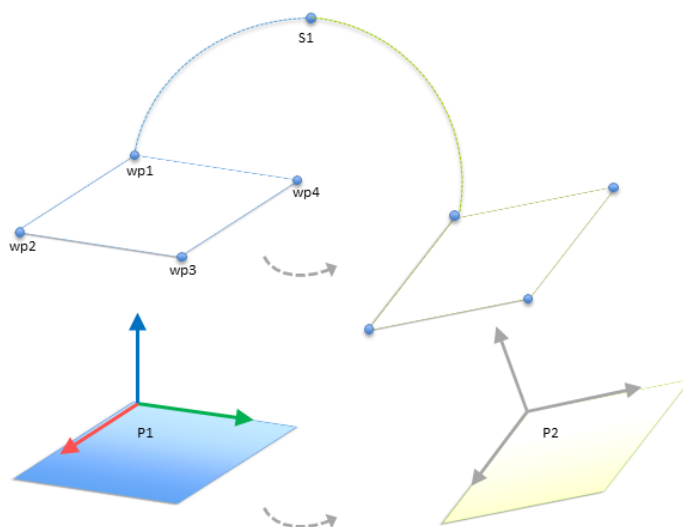


Figure 13.7: Переключение с одной плоскости детали на другую

13.13 Настройка отслеживания конвейера

При использовании конвейера робот может быть сконфигурирован для отслеживания его движения. Настройка отслеживания конвейера предоставляет опции для конфигурирования робота на работу с кодовыми датчиками абсолютного положения и приращения (инкрементальные), а также линейными и кольцевыми конвейерами.

Параметры конвейера

Инкрементальные: кодовые датчики можно подключать к цифровым выходам от 0 до 3.

Декодирование цифровых сигналов выполняется на 40 кГц. С помощью квадратурного датчика положения (требующего двух входов) робот может определить скорость и направление конвейера. Если направление конвейера остается неизменным, то можно использовать одиночный вход для обнаружения Возрастающего, Спадающего или Возрастающего и спадающего фронта, который определяет скорость конвейера.

Абсолютные: датчики можно подключить через сигнал MODBUS. Для этого требуется предварительная конфигурация цифрового регистра входов MODBUS в (раздел 13.11).

Линейные конвейеры

При выборе линейного конвейера характеристику линии необходимо настроить в части установки Характеристики для определения направления конвейера. Линейная деталь должна быть параллельна направлению конвейера, и там должно быть большое расстояние между двумя точками, определяющими линейную деталь. При обучении робота движению между двух точек выполняйте настройку линейной детали, поместив инструмент вплотную к стороне конвейера. Если направление характеристики линии обратно направлению движения конвейера, используйте кнопку Обратное направление.

Поле Такты на метр отображает количество тактов, которые кодовый датчик генерирует во время перемещения конвейера на один метр.

$$\text{Такты на метр} = \frac{\text{такты на оборот кодового датчика}}{2\pi \cdot \text{радиус диска кодового датчика [м]}} \quad (13.1)$$

Кольцевые конвейеры

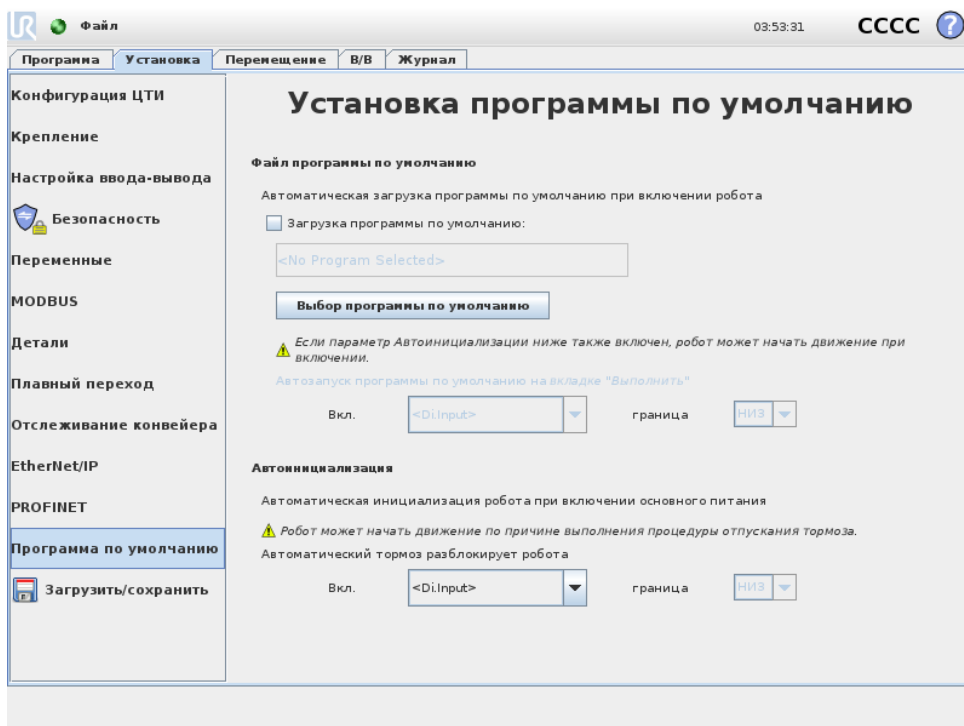
Для отслеживания кольцевых конвейеров необходимо определить центральную точку конвейера.

1. Определите центральную точку в разделе Детали установки. Значение Такты на оборот должно быть количеством тактов, которые кодовый датчик генерирует, когда конвейер делает один полный оборот.
2. Выберите флажок Поворачивать инструмент вместе с конвейером, если ориентация инструмента должна соответствовать конвейеру (например, если инструмент находится перпендикулярно конвейеру, то он сохранит перпендикулярное положение во время движения).
3. Снимите флажок Поворачивать инструмент вместе с конвейером, если ориентация инструмента должна находиться под управлением траектории.

13.14 Плавный переход между режимами безопасности

При переключении между режимами безопасности во время событий (входные данные ограниченного режима, плоскости срабатывания в ограниченном режиме, предохранительный останов, трехпозиционное устройство включения), манипулятор робота старается использовать 0,4 с для создания ВкплавногоВнь перехода. Поведение существующего применения не изменено, что соответствует ВкжесткойВнь настройке. Новые файлы установки по умолчанию имеют ВкплавнуюВнь настройку.

13.15 Установка → Программа по умолчанию



Экран запуска содержит настройки для автоматической загрузки и запуска программы по умолчанию и для автоматической инициализации манипулятора робота во время включения.



ВНИМАНИЕ:

1. При выключенной автозагрузке, автозапуске и автоинициализации робот выполняет программу сразу после включения блока управления, если входные сигналы соответствуют заданному уровню сигнала. Например, переход кромки маркера к заданному уровню сигнала не требуется в данном случае.
2. Будьте осторожны если уровень сигнала установлен на НИЗКИЙ уровень. Входные сигналы по умолчанию низкие, что приводит к автоматическому выполнению программы без приведения в действие внешним сигналом.

Загрузка программы по умолчанию

Программа по умолчанию загружается после включения блока управления. Кроме того, выполняется автоматическая загрузка программы по умолчанию при открытом экране Запустить программу (см. 11.4) и отсутствии загруженной программы.

Запуск программы по умолчанию

Автоматический запуск программы по умолчанию выполняется с экрана Запустить программу. В случае загрузки программы по умолчанию и обнаружения передачи внешнего сигнала по переходу кромки маркера выполняется автоматический запуск программы по умолчанию. Во время запуска текущий уровень входных сигналов остается неопределенным. Выбор перехода, который соответствует уровню сигнала во время запуска, немедленно приводит в действие программу. Кроме того, выход из экрана Запустить программу или нажатие кнопки останова на панели инструментов отключает функцию автоматического запуска до повторного нажатия кнопки запуска.

Автоматическая инициализация

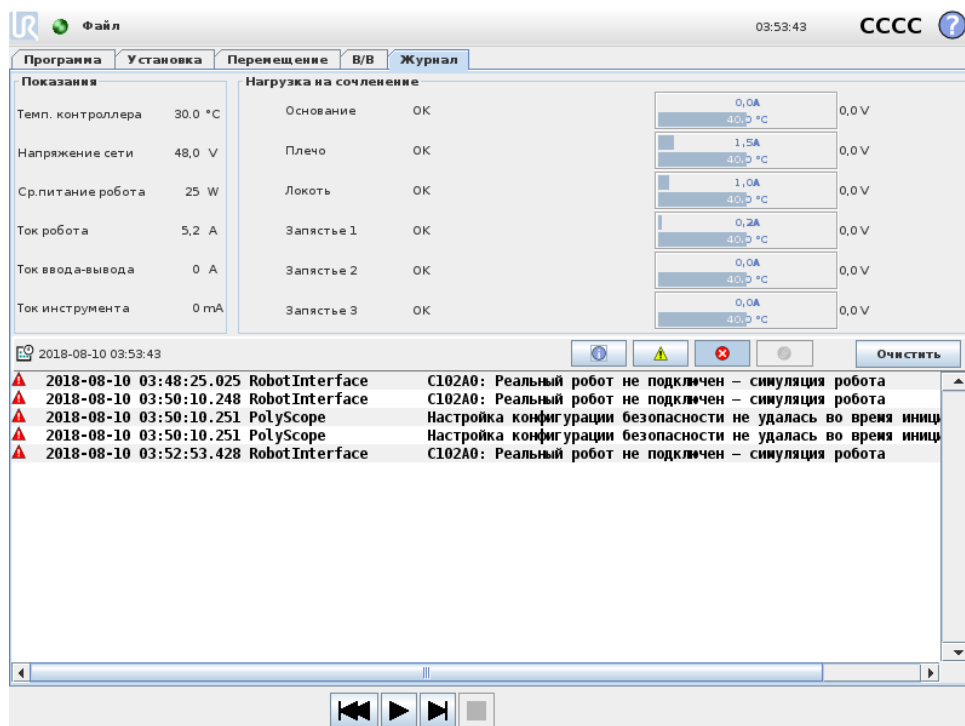
Манипулятор робота проходит автоматическую инициализацию. При заданной передаче внешнего сигнала по переходу кромки маркера выполняется полная инициализация манипулятора робота независимо от отображаемого экрана.

Последней стадией инициализации является отпускание тормоза. Во время отпускания тормоза манипулятор робота выполняет небольшое движение и издает щелчки. Кроме того, если установленные параметры монтажа не соответствуют фактическому монтажу (согласно данными датчика), невозможно выполнить автоматическое отпускание тормозов. В таком случае необходимо выполнить инициализацию робота вручную через экран инициализации (см. 11.5).

Во время запуска текущий уровень входных сигналов остается неопределенным. Выбор перехода, который соответствует уровню сигнала во время запуска, немедленно приводит инициализацию манипулятора робота.

Функция автоматической инициализации работает в том случае, если только манипулятор робота выключен.

13.16 Вкладка ВкЖурналВнь



Состояние робота В верхней половине экрана отображается состояние манипулятора робота и блока управления.

В левой стороне экрана отображается информация о блоке управления, а в правой стороне экрана отображается информация о сочленениях робота. Для каждого сочленения робота показана информация о температуре двигателя и электронных систем, нагрузке на сочленение и напряжение.

Журнал робота Сообщения выводятся в нижней половине экрана. В первой колонке приведено описание серьезности ошибки. Во второй колонке приведено время поступления сообщений. Во следующей колонке показан отправитель сообщения. В последнем столбце показано само сообщение. Возможно выполнить отбор сообщений, нажимая кнопки, которые соответствуют серьезности записи журнала. На рисунке выше приведен пример отображения ошибок и скрытия информационных сообщений и предупреждений. В некоторых сообщениях журнала может содержаться дополнительная информация, которую можно вывести, выбрав соответствующую запись журнала.

13.16.1 Сохранение отчетов об ошибках

При возникновении ошибки в PolyScope, создается запись о данной ошибке. Во вкладке ВкЖурналВнь можно отслеживать и/или экспортировать созданные отчеты на USB-накопитель (см. 13.16). Возможно отслеживать и экспортировать ошибки из следующего списка:

- Неисправность
- Внутренние исключения PolyScope

- Защитный останов
- Необработанное исключение в URCap
- Запрет

Экспортированный отчет содержит программу пользователя, журнал событий, установку и список запущенных служб.

Отчет об ошибке Подробный отчет о состоянии доступен при наличии значка бумажной скрепки на строчке журнала.

- Выберите строчку журнала и нажмите кнопку ВкСохранить отчетВъ, чтобы сохранить отчет на USB-накопитель.
- Отчет может быть сохранен при запущенной программе.



ПРИМЕЧАНИЕ:

При создании нового отчета, самый старый отчет удаляется.
Сохраняются только 5 последних отчетов.

13.17 Экран загрузки

На этом экране можно выбрать программу, которая будет загружена. Существует две версии данного экрана: один используется для загрузки и выполнения программы, второй — для изменения программы.



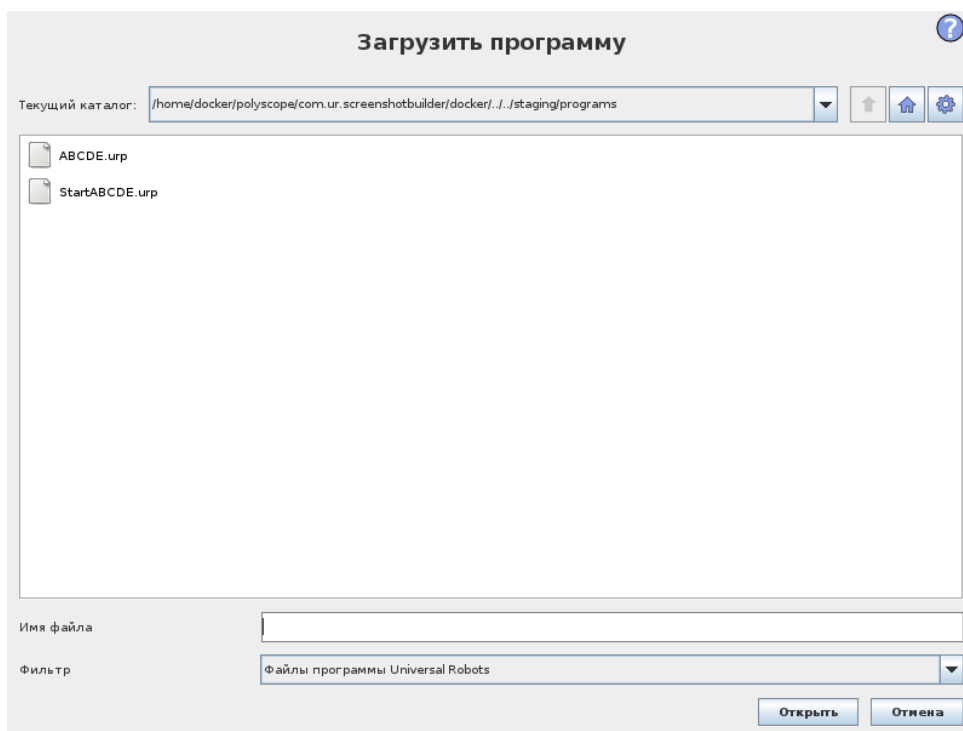
ПРИМЕЧАНИЕ:

Запуск программы с USB-накопителя не рекомендуется. Для запуска программы, хранящейся на USB-накопителе, сначала необходимо выполнить ее загрузку и затем сохранить ее в локальной папке программы с помощью пункта Сохранить как... меню Файл.

Основное различие заключается в действиях, доступных пользователю. На базовом экране загрузки пользователю доступен только просмотр файлов — изменение и удаление файлов не поддерживается. Также, пользователю запрещается выйти за пределы каталога, который открывается в папке программы. Пользователь может входить во вложенные каталоги, но не может подняться выше папки программы.

По этой причине все программы следует размещать в папке ВкПрограммыВъ и/или во вложенных каталогах ниже папки ВкПрограммыВъ.

Компоновка экрана



На этом рисунке показан фактический экран загрузки. Он состоит из следующих важных областей и кнопок:

История пути В истории пути показан список путей вплоть до текущего местоположения. Это означает, что отображаются все родительские каталоги до корневого каталога компьютера. Здесь возможно заметить, что у вас может отсутствовать доступ ко всем каталогам, расположенным выше папки программы.

Выбор имени папки в списке приводит к изменению диалогу загрузки на данную папку и ее отображению в поле выбора (см. 13.17).

Область выбора файла В этой области диалогового окна отображается содержимое фактической области. Она дает пользователю возможность выбрать файл одним нажатием по его имени или открыть файл двойным нажатием по его имени.

Папки выбираются при длительном нажатии прим. 0,5 с. Вход в папку и отображение ее содержимого выполняется одиночным щелчком.

Фильтр файлов С помощью фильтра файлов можно ограничить число отображаемых файлов, чтобы просмотреть только файлы требуемого типа. Выберите значение Резервные файлы в области выбора файла, чтобы отобразить последние 10 сохраненных версий каждой программы, где .old0 будет самой новой, а .old9 — самой старой версией.

Поле файла На этом экране показан текущий выбранный файл. Пользователь может вручную ввести имя файла путем нажатия на значок клавиатуры справа от поля. Будет

отображена экранная клавиатура, с помощью которой пользователь может ввести имя на экране.

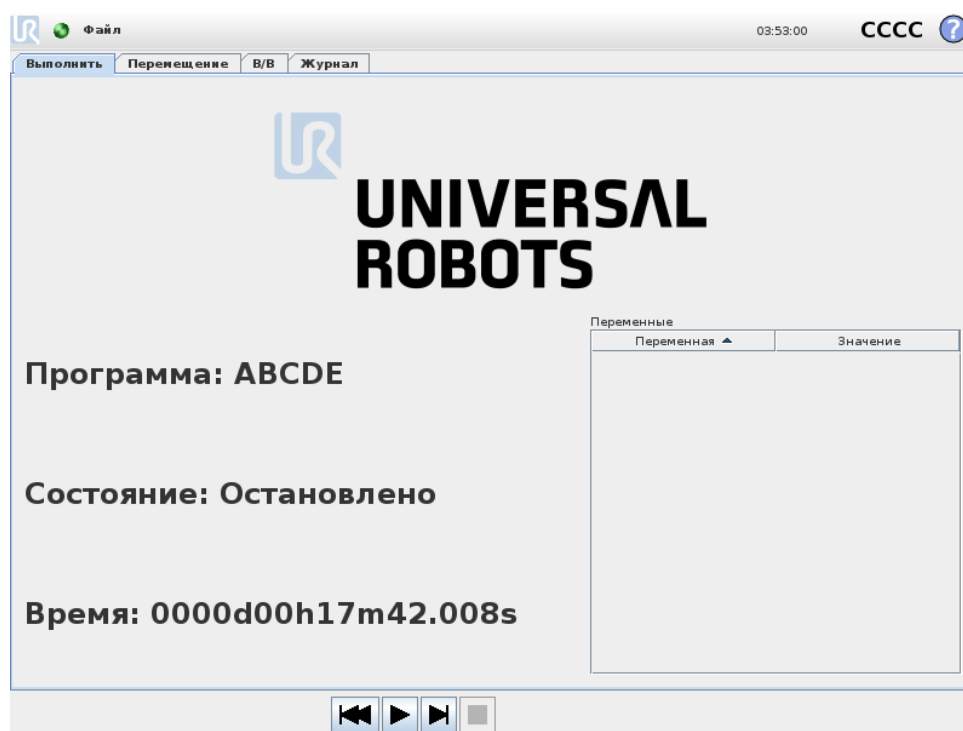
Кнопка ВкОткрытьВн Нажмите кнопку ВкОткрытьВн, чтобы открыть выбранный файл и вернуться на предыдущий экран.

Кнопка ВкОтменаВн Нажатие на кнопку Отмена приведет к отмене текущего процесса загрузки и переключению экрана на предыдущее изображение.

Кнопки ВкДействиеВн Кнопки, обеспечивающие пользователю возможность выполнить ряд действий, которые обычно доступны путем нажатия правой кнопкой мыши на имя в обычном диалоге. К ним добавлена возможность перемещения вверх по структуре каталогов и непосредственно в папку программы.

- Родительский: переход вверх по структуре каталога. Данная кнопка будет недоступна в двух случаях: когда текущий каталог является верхним каталогом или экран находится в ограниченном режиме и текущим каталогом является папка программы.
- Переход в папку программы: переход на домашний экран
- Действия: действия, такие как создание каталога, удаление файла и т. д.

13.18 Вкладка ВкВыполнитьВн



Эта вкладка обеспечивает очень простой способ управления манипулятором робота и блока управления с помощью минимально возможного числа кнопок и параметров. Это может оказаться полезным при одновременном использовании с защитой программируемой части

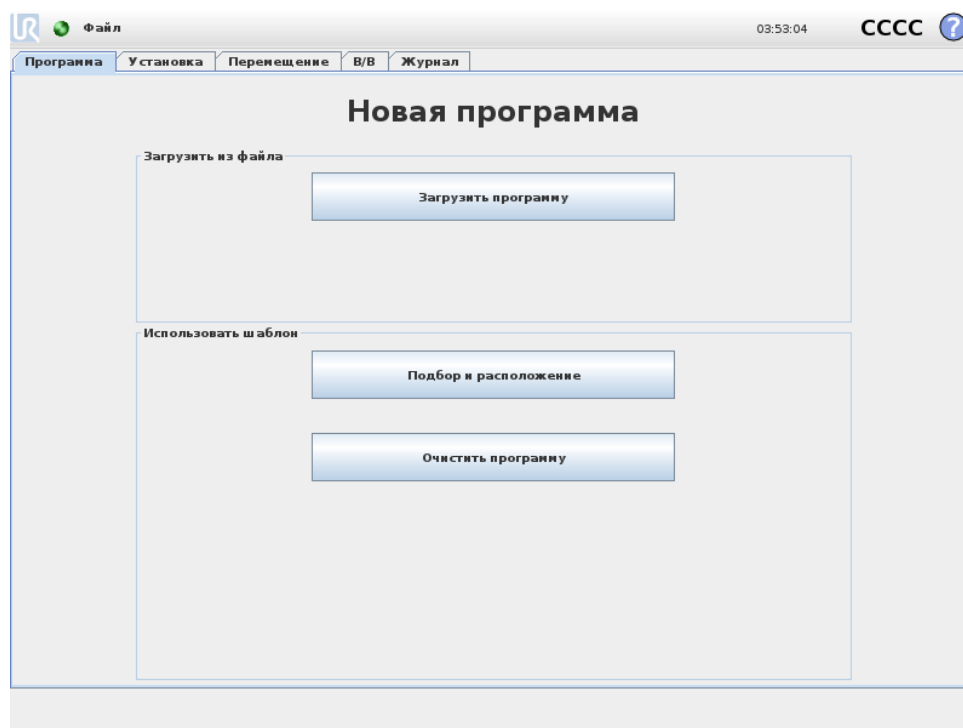


PolyScore с помощью пароля (см. 15.3), чтобы робот мог выполнять исключительно предварительно записанные программы.

Также, на данной вкладке возможно выполнить автоматическую загрузку и запуск программы по умолчанию по передаче внешнего сигнала по переходу кромки маркера (см. 13.15). Сочетание автоматической загрузки и запуска программы по умолчанию и автоматической инициализации при включении может использоваться, к примеру, для интеграции манипулятора робота с другим устройством.

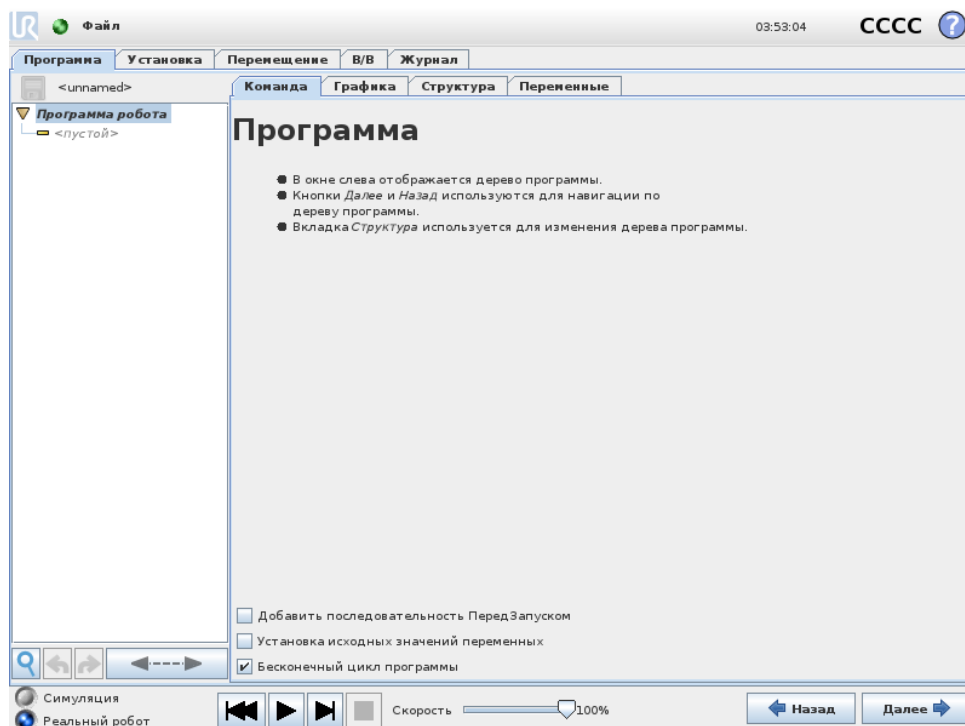
14 Программирование

14.1 Новая программа



Новую программу робота можно создать с помощью шаблона или изменив существующую (сохраненную) программу робота. Шаблон содержит общую структуру программы, поэтому необходимо только указать детали программы.

14.2 Вкладка ВкПрограммаВнь



На вкладке ВкПрограммаВнь показана программа, редактируемая в данный момент.

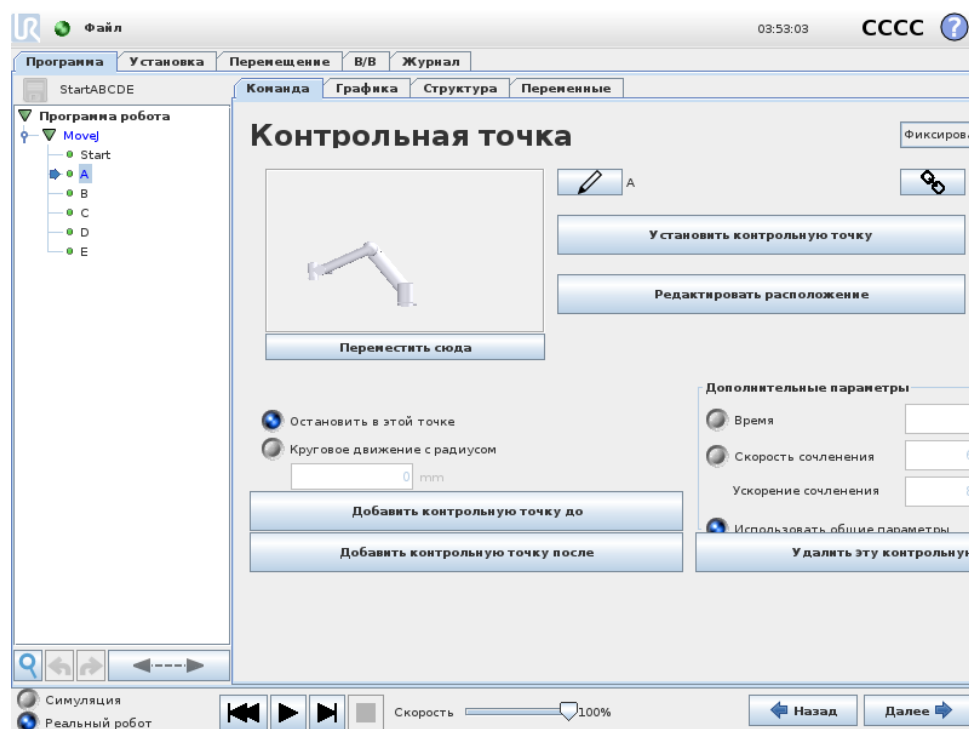
14.2.1 Дерево программ

В дереве программ в левой части экрана отображается программа в виде списка команд, а в правой части экрана отображается информация о текущей команде.

Чтобы выбрать текущую команду, щелкните на ней в списке команд или нажимайте кнопки Назад и Далее в нижней правой части экрана. Команды можно вставить или удалить на вкладке Структура. Название программы отображается непосредственно над списком команд с небольшим значком дискеты, который можно щелкнуть, чтобы быстро сохранить программу.

В дереве программ выполняемая в данный момент команда выделяется, как описано в 14.2.2.

14.2.2 Индикация выполнения программы



Дерево программ содержит визуальные ориентиры, информирующие о команде, выполняемой контроллером робота в данный момент. Значок небольшого  индикатора отображается слева от значка команды, а имя выполняемой команды и других команд, для которых данная команда является подкомандой (обычно определяемая / значками команды) выделяется синим цветом. Это помогает пользователю в поиске выполняемой команды в дереве.

Например, при движении манипулятора робота в направлении контрольной точки соответствующая подкоманда контрольной точки обозначается значком  и ее имя вместе с названием команды Переместить (см. 14.5), к которой она принадлежит, отображается синим цветом. В случае приостановки программы индикатор выполнения программы обозначает последнюю команду, которая находилась в процессе выполнения.

Щелчок кнопки со значком  под деревом программ приведет к переходу к команде, выполняемой в данный момент, или к последней выполненной команде в дереве. При щелчке по команде во время работы программы вкладка Команда будет содержать отображение информации, связанной с выбранной командой. Нажатие кнопки  снова приведет к постоянному отображению вкладкой Команда информации о текущих выполняемых командах.

14.2.3 Кнопка Поиск

Нажмите кнопку  для выполнения поиска текста по дереву программ. При выборе поиска можно вводить поисковый текст, а соответствующие программные узлы будут выделены желтым цветом. Кроме того, кнопки навигации доступны для перехода по результатам поиска. Для выхода из режима поиска нажмите значок . Примечание. Необходимо развернуть дерево программ, чтобы получить доступ к дополнительным кнопкам навигации.

14.2.4 Кнопки отмены/повтора команды

Кнопки со значками  и  на панели инструментов в нижней части дерева программ служат для отмены и возврата изменений, сделанных в дереве программ и в командах, которые оно содержит.

14.2.5 Программная панель инструментов

В нижней части экрана расположена Панель инструментов. На панели инструментов имеется ряд кнопок, стилизованных под кассетный магнитофон, с помощью которых программы можно запускать и останавливать, выполнять пошагово и перезапускать. С помощью ползунка скорости можно в любое время изменить скорость выполнения программы, что отразится непосредственно на скорости движений манипулятора робота. Также, ползунок скорости в реальном времени отображает относительную скорость движения манипулятора робота с учетом настроек безопасности. Отображаемое значение процента является максимальной достижимой скоростью для запущенной программы без нарушения пределов безопасности.

В левой части панели инструментов Симуляция и Реальный робот, с помощью которых можно выбрать выполнение программы в режиме симуляции или с помощью реального робота. При выполнении симуляции манипулятор робота не двигается, поэтому не может нанести повреждение себе или окружающему оборудованию в случае столкновения. Используйте симуляцию для проверки программ, если действия манипулятора робота точно не известны.



ОПАСНОСТЬ:

1. При нажатой кнопке Воспроизвести запрещается находиться в рабочей зоне робота. Запрограммированное движение может отличаться от ожидаемого.
2. Следует использовать кнопку Этап только в случае крайней необходимости. При нажатой кнопке Этап запрещается находиться в рабочей зоне робота.
3. Выполните проверку программы путем уменьшения скорости с помощью ползунка скорости. Логические ошибки программирования сборщика могут привести к неожиданным движениям манипулятора робота.
4. При аварийной остановке или защитном останове программа робота остановится. Она может быть возобновлена, если какое-либо сочленение не переместилось более, чем на 10°. При нажатии ВкВоспроизвестиВъ робот медленно переместится обратно на траекторию и продолжит выполнение программы.

Во время написания программы движение, которое будет в результате выполнять манипулятор робота, показывается посредством трехмерного изображения на вкладке Графика, как описано в 14.29.

Рядом с каждой командой программы расположен небольшой значок красного, желтого или зеленого цвета. Красный значок обозначает, что в команде содержится ошибка, желтый

— что команда не закончена, зеленый обозначает, что все в порядке. Программу можно запустить, только когда значки всех команд зеленого цвета.

14.3 Переменные

В программе робота возможно использовать переменные для хранения и изменения различных значений во время выполнения программы. Программа поддерживает два вида переменных:

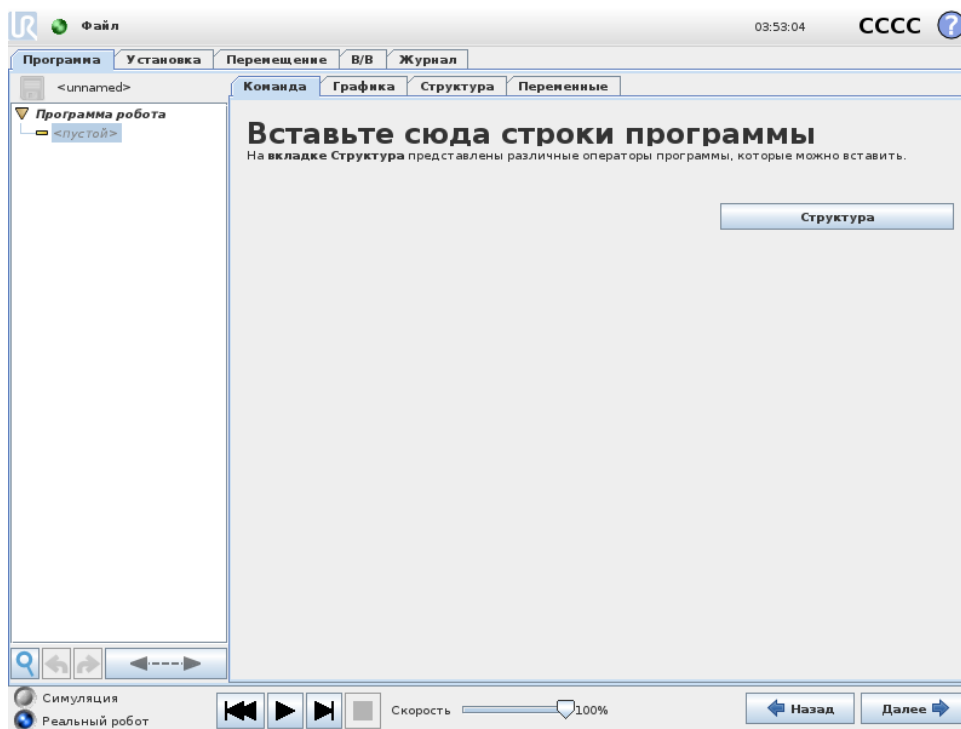
Установочные переменные: Они могут использоваться несколькими программами, их имена и значения сохраняются при установке робота (см. 13.10). Установочные переменные сохраняют свои значения после перезагрузки робота и панели управления.

Регулярные программные переменные: Данные переменные используются только в процессе работы программы и их значения будут утеряны после остановки программы.

Тип переменных:

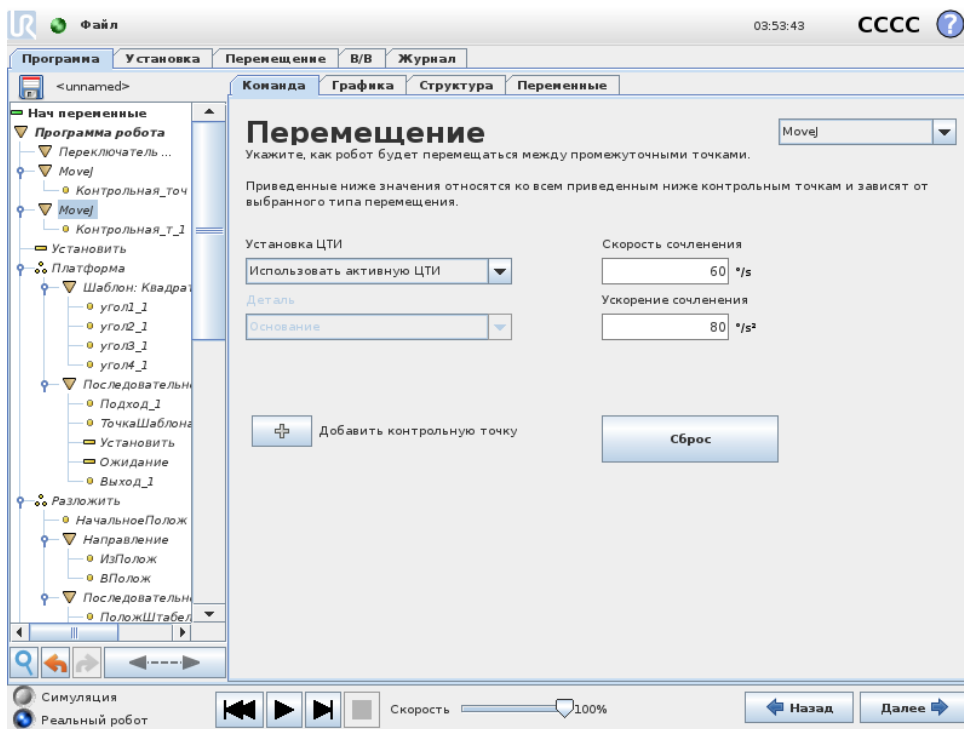
bool	Переменная логического типа, принимающая значение Истина либо Ложь.
int	Целое число в пределах от -2147483648 до 2147483647 (32 разряда).
float	Число с плавающей точкой (десятичное) (32 разряда).
string	Последовательность символов.
pose	Вектор, описывающий положение и ориентацию в прямоугольной системе. Он представляет собой сочетание вектора положения (x, y, z) и вектора вращения (rx, ry, rz), представляющего ориентацию в виде $p[x, y, z, rx, ry, rz]$.
list	Последовательность переменных.

14.4 Команда: Пустое



Сюда необходимо вставить команды программы. Нажмите кнопку Структура, чтобы перейти на вкладку ВкСтруктураВъ, на которой расположены различные строки программы, которые можно выбрать. Программу не удастся запустить, пока не будут указаны и определены все строки.

14.5 Команда: Перемещение



Команда Переместить используется для управления движением робота с помощью ключевых контрольных точек. Контрольные точки должны быть включены в команду Переместить. Команда ВкПереместитьВъ определяет ускорение и скорость перемещения манипулятора робота между этими контрольными точками.

Типы движений

Вы можете выбрать один из трех типов движения: MoveJ, MoveL и MoveP. Описание каждого типа движения приводится ниже.

- moveJ используется для выполнения движений, которые рассчитаны в зоне сочленений манипулятора робота. При управлении сочленениями каждое из них одновременно достигает заданного конечного положения. При таком типе движения траектория инструмента имеет форму кривой. Для этого типа движений используются такие общие параметры, как максимальная скорость сочленения и ускорение сочленения, указанные в / и /² соответственно. Если требуется, чтобы манипулятор робота быстро перемещался между контрольными точками независимо от траектории инструмента между этими контрольными точками, рекомендуется выбрать этот тип движений.
- moveL используется для линейного перемещения центральной точки инструмента (ЦТИ) между контрольными точками. Это означает, что каждое сочленение выполняет более сложное движение, чтобы инструмент оставался на прямой траектории. Для этого

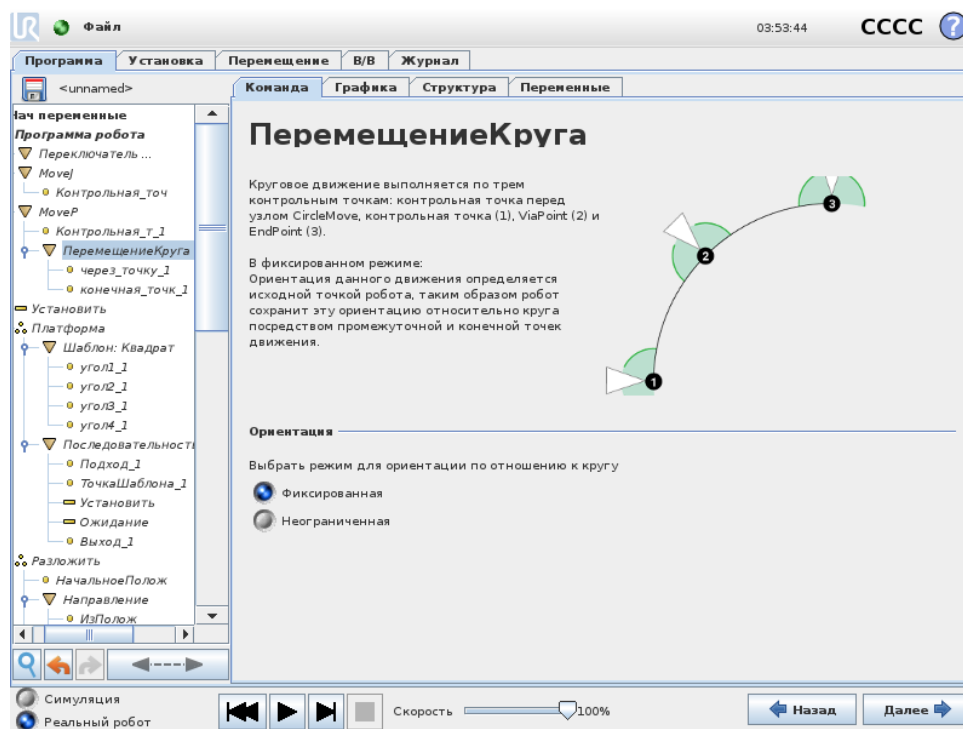
типа движений можно задать такие общие параметры, как требуемая скорость инструмента и ускорение инструмента, указанные в / и /² соответственно, а также деталь.

- moveP используется для линейного перемещения инструмента с постоянной скоростью при выполнении круговых движений и предназначен для выполнения ряда операций обработки, например нанесения клея или распыления. Величина радиуса круговых движений по умолчанию является общим значением для всех контрольных точек. Чем меньше значение, тем более острым будет угол поворота траектории, тогда как при более высоком значении траектория будет плавней. При движении манипулятора робота по контрольным точкам с постоянной скоростью блок управления роботом не может ждать операции ввода-вывода или действия оператора. При этом движение манипулятора робота может быть прервано или произойдет защитный останов.
- Возможно добавление переменной Circle move к moveP для совершения кругового движения. Робот начинает движение из своего текущего положения или исходной точки, проходит точку ViaPoint, указанную на дуге окружности, и точку EndPoint, которой завершается круговое движение.

Режим используется для расчета ориентации инструмента посредством дуги окружности.

Режим бывает:

- Фиксированный: только исходная точка используется для определения ориентации инструмента
- Неограниченный: исходная точка преобразовывается в точку EndPoint, чтобы определить ориентацию инструмента



Общие параметры

Общие параметры в правом нижнем углу экрана Переместить применяются к движению от предыдущей позиции манипулятора робота к первой контрольной точке по команде, а оттуда к каждой из следующих точек. Настройки команды ВкПереместитьВь не применяются к траектории, идущей из последней контрольной точки, заданной командой ВкПереместитьВь.

Выбор ЦТИ

ЦТИ, используемые для контрольных точек в команде ВкПереместитьВъ, можно выбрать из выпадающего меню. Можно выбрать в установке пользовательские ЦТИ, активную ЦТИ или просто использовать фланец для подсоединения инструмента. Если выбрана пользовательская ЦТИ или активная ЦТИ, движение в команде ВкПереместитьВъ будет настраиваться в соответствии с ней. Если выбран фланец для подсоединения инструмента, ЦТИ не используется и движение в команде ВкПереместитьВъ будет соответствовать фланцу для подсоединения инструмента (т. е. настройки движения отсутствуют).

Если активная ЦТИ для этого перемещения определяется во время работы программы, то ее необходимо задавать динамически с помощью команды Установить (см. 14.10) или команд языка описания сценариев. Подробнее о конфигурировании названных ЦТИ (см. 13.6).

Выбор детали

Зоны деталей, в которых будут находиться контрольные точки команды ВкПереместитьВъ при указании этих контрольных точек (см. раздел 13.12). Это означает, что при установке контрольной точки программа запомнит координаты инструмента в зоне выбранной детали. Существует ряд обстоятельств, требующих особого разъяснения:

Относительные контрольные точки: Выбранная деталь не влияет на относительные контрольные точки. Относительное движение всегда выполняется относительно ориентации Основания.

Переменные контрольные точки: При перемещении манипулятора робота в переменную контрольную точку выполняется расчет центральной точки инструмента (ЦТИ) в виде координат переменной в системе координат выбранной детали. По этой причине движение манипулятора робота к переменной контрольной точке будет изменяться при выборе другой детали.

Переменная деталь: Если какие-либо детали в загруженной установке выбраны в качестве переменных, соответствующие им переменные можно будет выбрать в меню выбора деталей. Если выбрана переменная деталь (ее название имеет название детали с суффиксом Вк_varВъ), то движения манипулятора робота (кроме движений по относительным контрольным точкам) зависят от фактического значения переменной при выполнении программы. Начальное значение переменной для детали представляет собой значение фактической детали, как она сконфигурирована при установке. При изменении данного значения меняются и перемещения робота.

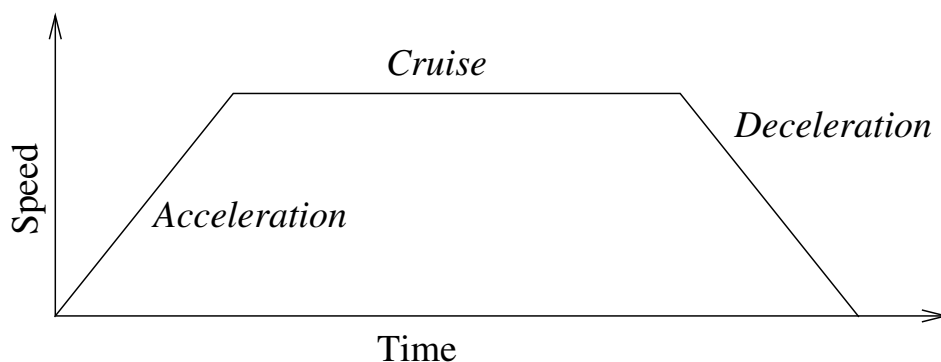
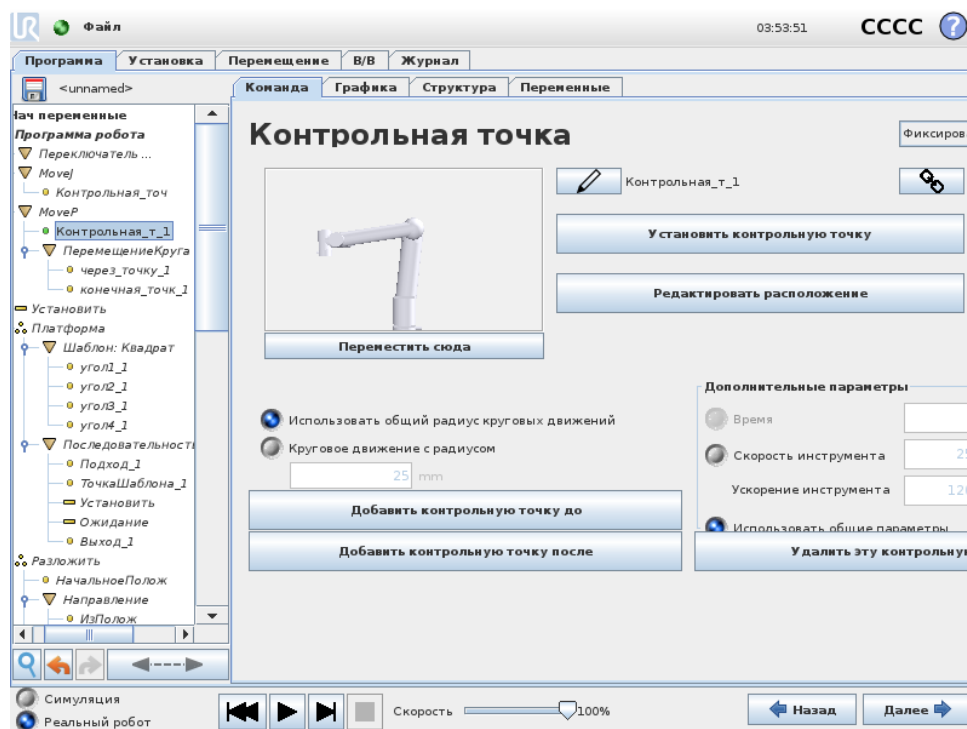


Figure 14.1: Профиль скорости движения. Кривая разделена на три сегмента: ускорение, перемещение и замедление. Уровень фазы перемещения задается настройкой скорости движения, а крутизна фаз ускорения и замедления задается параметром ускорения.

14.6 Команда: Фиксированная контрольная точка



Точка на траектории робота. Контрольные точки – это самая важная часть программы манипулятора робота. Они указывают роботу, где он должен находиться. Для программирования контрольной точки с фиксированным положением необходимо физически переместить манипулятор робота в это положение.

Установка контрольной точки

Нажмите кнопку, чтобы открыть экран Переместить, на котором можно указать положение манипулятора робота для данной контрольной точки. Если контрольная точка включается в команду ВкПереместитьВн in линейной зоне (MoveL или MoveP), должна быть указана допустимая деталь для этой команды ВкПереместитьВн, чтобы можно было нажать кнопку.

Названия контрольных точек

Контрольные точки автоматически получают уникальное название. Имя может быть изменено пользователем. Нажатием значка звена можно связать контрольные точки и выполнить обмен информацией о положении. Другая информация о контрольной точке, например, радиус кругового движения, скорость и ускорение инструмента/сочленения, настраивается отдельно для каждой контрольной точки, даже если они уже связаны.

Круговое движение

Круговое движение позволяет роботу плавно перемещаться между двумя точками траектории без остановок в контрольной точке между ними.

Пример Рассмотрим операцию захвата и перемещения в качестве примера (см. рисунок 14.2), где робот в настоящий момент находится в контрольной точке 1 (WP_1) и должен выполнить захват объекта в контрольной точке 3 (WP_3). Во избежание столкновений с объектом и другими препятствиями (O) робот должен двигаться к WP_3 в направлении из контрольной точки 2 (WP_2). Таким образом, три контрольные точки участвуют в создании пути, удовлетворяющего требованиям.

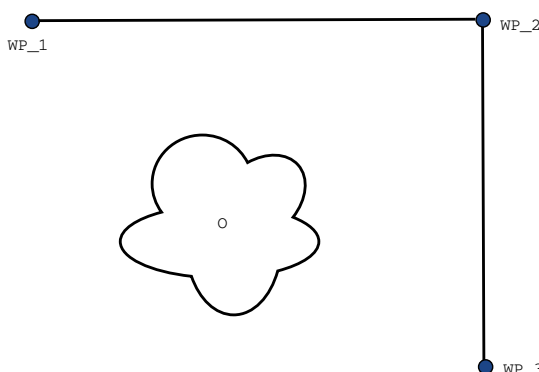


Figure 14.2: WP_1: начальное положение, WP_2: промежуточная точка, WP_3: положение захвата, O: препятствие.

Без изменения других настроек робот будет останавливаться в каждой контрольной точке перед тем, как продолжить движение. Для данной задачи остановка в WP_2 не является оптимальным вариантом, поскольку для плавного поворота потребовалось бы меньше времени и энергии с соблюдением всех требований. Допускается даже то, что робот не доходит полностью до WP_2, поскольку переход от первой точки траектории ко второй происходит вблизи данного положения.

Остановка в WP_2 может быть отменена за счет настройки кругового движения для контрольной точки, что позволит роботу рассчитать плавный переход к следующей точке траектории. Основным параметром кругового движения является радиус. Если робот находится в пределах радиуса круговых движений для контрольной точки, то он может начать круговое

движение и отклониться от исходного маршрута. Это позволит роботу осуществлять более быстрые и плавные перемещения, поскольку ему не нужно замедляться и повторно ускоряться.

Параметры круговых движений Помимо контрольных точек на траекторию круговых движений влияет несколько параметров (см. рисунок 14.3):

- радиус круговых движений (r)
- начальная и конечная скорость робота (в положении $p1$ и $p2$ соответственно)
- время движения (например, установка определенного времени для траектории повлияет на начальную/конечную скорость робота)
- виды траекторий для кругового движения от и к (MoveL, MoveJ)

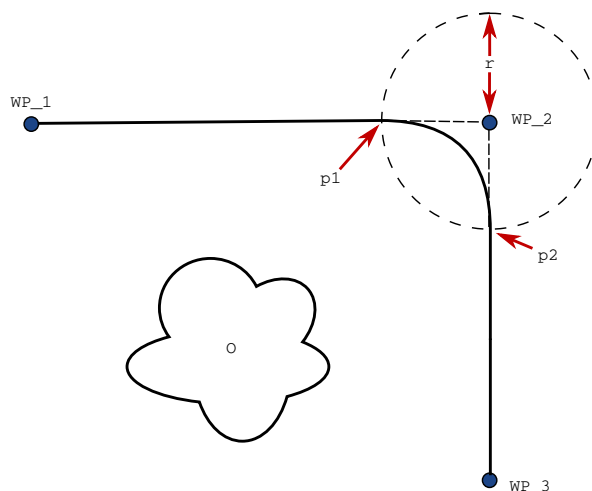


Figure 14.3: Круговое движение вокруг WP_2 с радиусом r , начальное положение для кругового движения в $p1$ и конечное положение для кругового движения в $p2$. O – препятствие.

Если задан радиус круговых движений, то траектория движения манипулятора робота плавно обогнет контрольную точку, не давая манипулятору робота остановиться в ней.

Круговые движения не могут пересекаться, поэтому не удастся установить радиус круговых движений, который будет пересекаться с радиусом круговых движений предыдущей и следующей контрольной точки, как показано на рисунке 14.4.

Условные траектории круговых движений На траекторию круговых движений влияет контрольная точка, для которой задан радиус круговых движений, а также следующая точка в дереве программы. То есть в программе на рисунке 14.5 на круговое движение вокруг WP_1 влияет WP_2. Такая последовательность становится более очевидной при круговом движении вокруг WP_2 в данном примере. Существует два возможных конечных положения, поэтому робот должен проанализировать текущее значение цифрового входа [1] уже в начале выполнения круговых движений, чтобы определить следующую контрольную точку для круговых движений. Это означает, что условие Если...тогда (или другие необходимые операторы для определения следующей контрольной точки, например, переменных контрольных точек) анализируется перед тем, как робот фактически достигнет WP_2, что в определенной

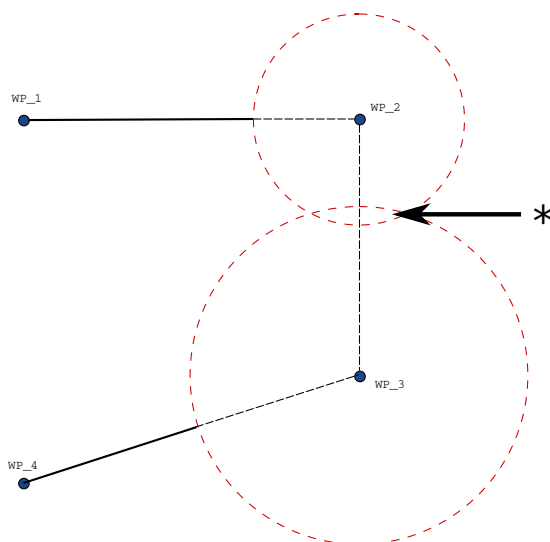


Figure 14.4: Перекрытие радиуса кругового движения не допускается (*).

степени является алогичным, если рассматривать запрограммированную последовательность. Если контрольная точка является точкой останова и сопровождается условиями для определения следующей контрольной точки (например, команда I/O), то выполнение условия происходит, когда манипулятор робота останавливается в этой контрольной точке.

```
MoveL
  WP_I
  WP_1 (круговое движение)
  WP_2 (круговое движение)
  если (цифровой_вход [1]) тогда
    WP_F_1
  иначе
    WP_F_2
```

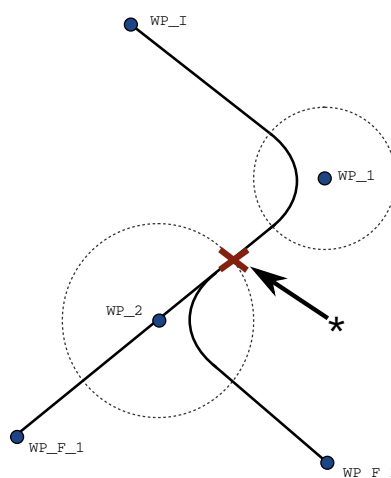


Figure 14.5: WP_I является начальной контрольной точкой и возможны две конечных контрольных точки WP_F_1 и WP_F_2 в зависимости от условия. Условие если анализируется, когда манипулятор робота начинает второе круговое движение (*).

Комбинации видов траекторий Для круговых движений могут использоваться все четыре комбинации видов MoveJ и MoveL, но заданная комбинация будет влиять на расчетную траекторию круговых движений. Существует 4 возможных комбинации:

1. от MoveJ к MoveJ (круговое движение в пространстве обобщенных координат)

2. от MoveJ к MoveL
3. от MoveL к MoveL (круговое движение в пространстве декартовых координат)
4. от MoveL к MoveJ

На рисунке 14.6 приводится сравнение кругового движения в пространстве обобщенных координат (метка 1) и кругового движения в пространстве декартовых координат (метка 3). На рисунке показаны два возможных пути инструмента для идентичных наборов контрольных точек.

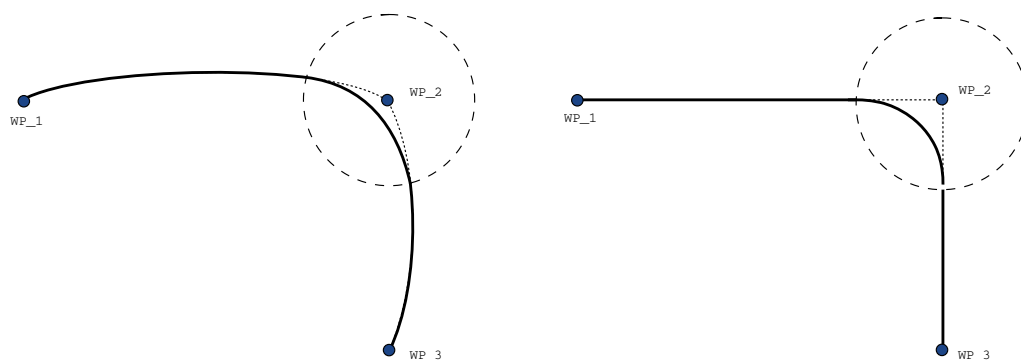


Figure 14.6: Сравнение перемещения и кругового движения в пространстве обобщенных координат (MoveJ) и в пространстве декартовых координат (MoveL).

За счет различных комбинаций метки 2, 3 и 4 приводят к созданию траекторий, которые не выходят за пределы исходной траектории в пространстве декартовых координат. Пример круговых движений с различными видами траекторий (метка 2) показан на рисунке 14.7.

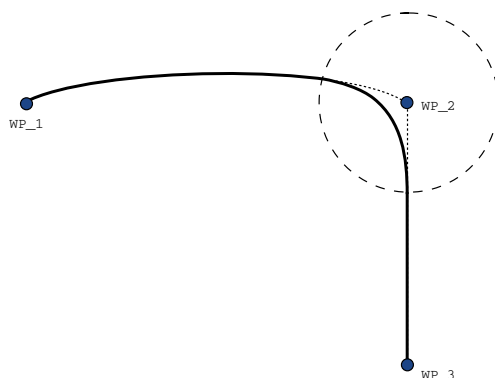


Figure 14.7: Круговое движение от перемещения в пространстве обобщенных координат (MoveJ) к линейному перемещению инструмента (MoveL).

Круговые движения в пространстве обобщенных координат (метка 1) могут казаться менее логичными, поскольку робот будет пытаться получить наиболее подходящую траекторию в пространстве обобщенных координат с учетом скоростей и времени. В результате они могут отклоняться от курса, заданного контрольными точками. Это особенно верно в том случае, когда имеется существенное различие в скорости сочленений между двумя точками

траектории. Внимание: если скорости существенно различаются (например, при задании дополнительных параметров, будь то скорость или время, для определенной контрольной точки), то это может привести к существенным отклонениям от исходной траектории, как показано на рисунке 14.8. Если вам необходимо выполнить круговое движение при разных скоростях и вы не можете допустить подобных отклонений, то следует рассмотреть круговое движение в пространстве декартовых координат, используя MoveL.

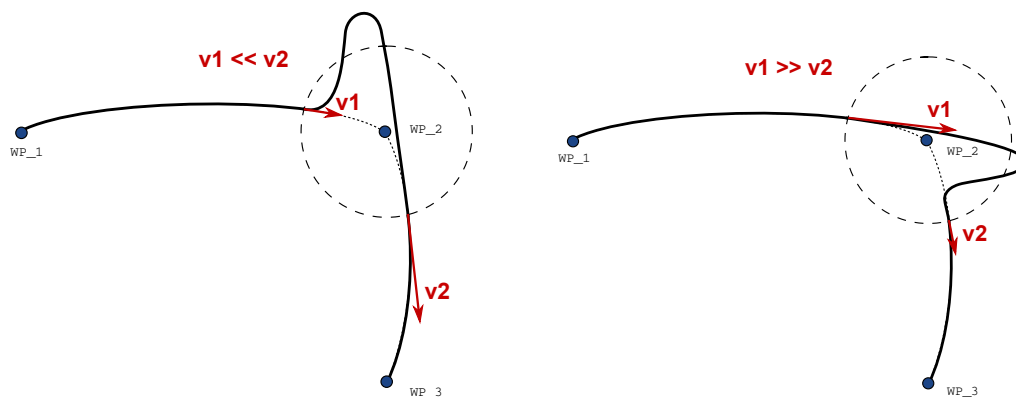
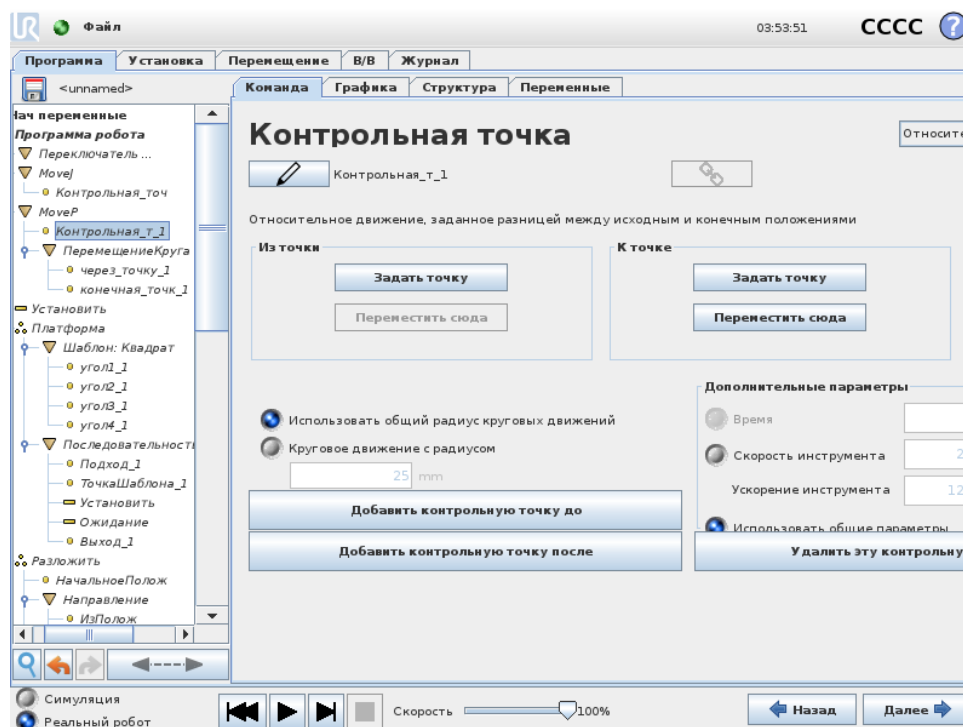


Figure 14.8: Круговое движение в пространстве обобщенных координат, когда начальная скорость v_1 значительно меньше конечной скорости v_2 или наоборот.

14.7 Команда: Относительная контрольная точка

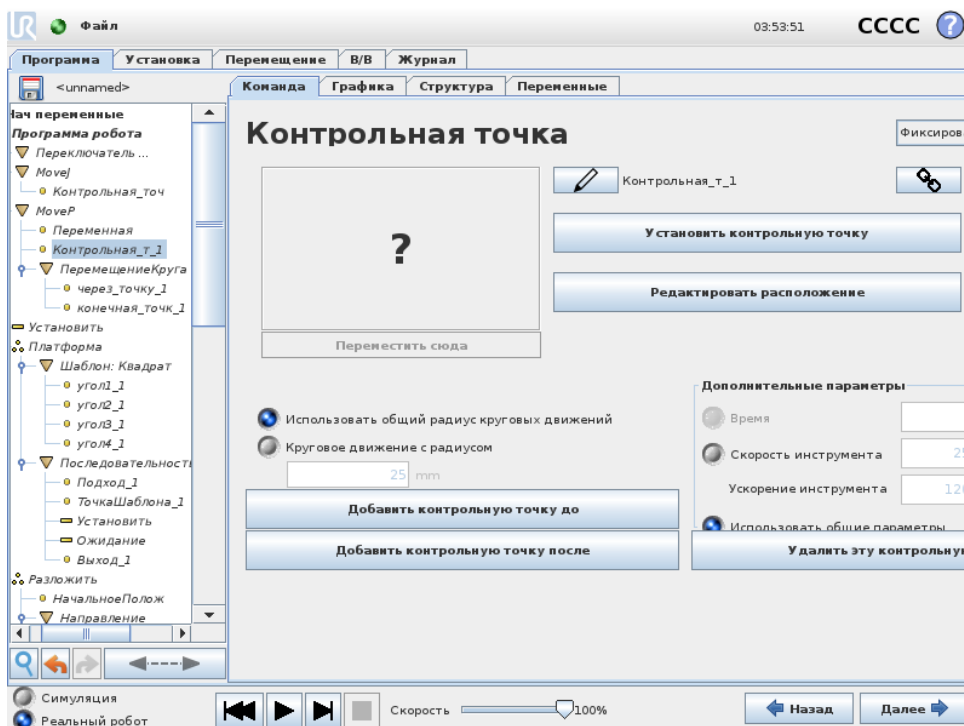


Контрольная точка, положение которой задано относительно предыдущего положения манипулятор робота, например Вкна два сантиметра левееВъ. Относительное положение определяется разностью между двумя заданными положениями (слева или справа).

Примечание. При использовании нескольких относительных положений подряд манипулятор робота может выйти из своей рабочей зоны.

В данном случае под расстоянием понимается расстояние в прямоугольной системе координат между ЦТИ в двух положениях. Угол показывает, насколько изменяется ориентация ЦТИ между этими двумя положениями. Более точное описание изменения ориентации дает длина вектора вращения.

14.8 Команда: Переменная контрольная точка:



Контрольная точка, положение которой задано переменной, в данном случае — `calculated_pos`. Переменная должна обозначать положение, например, `var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. Первые три значения — это оси *x,y,z*, а последние три — ориентация, заданная в виде вектора вращения, заданного вектором *gx,gy,gz*. Длина оси — это угол в радианах, на который будет выполнен поворот, а сам вектор представляет собой ось, вокруг которой будет идти вращение. Положение всегда дается относительно контрольной рамы или в системе координат, которая определяется выбранной деталью. Если радиус кругового движения установлен фиксированную контрольную точку и контрольные точки обрабатываются и становятся переменными или если радиус кругового движения установлен на переменную контрольную точку, в таком случае радиус кругового движения не может быть проверен на перекрытие (см. 14.6). Если при запуске программы радиус кругового движения перекрывается с точкой, робот пропустит перемещение и перейдет к следующему.

Например, чтобы сместить робота на 20 по оси *Z* инструмента::

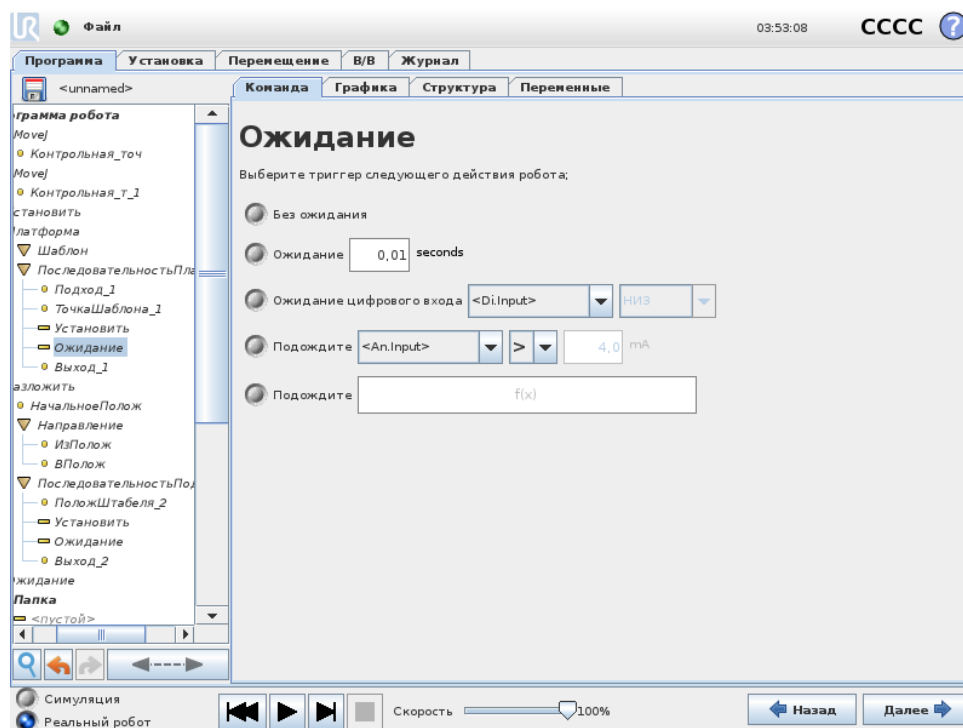
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

```
MoveL
```

```
Waypoint_1 (положение переменной):
```

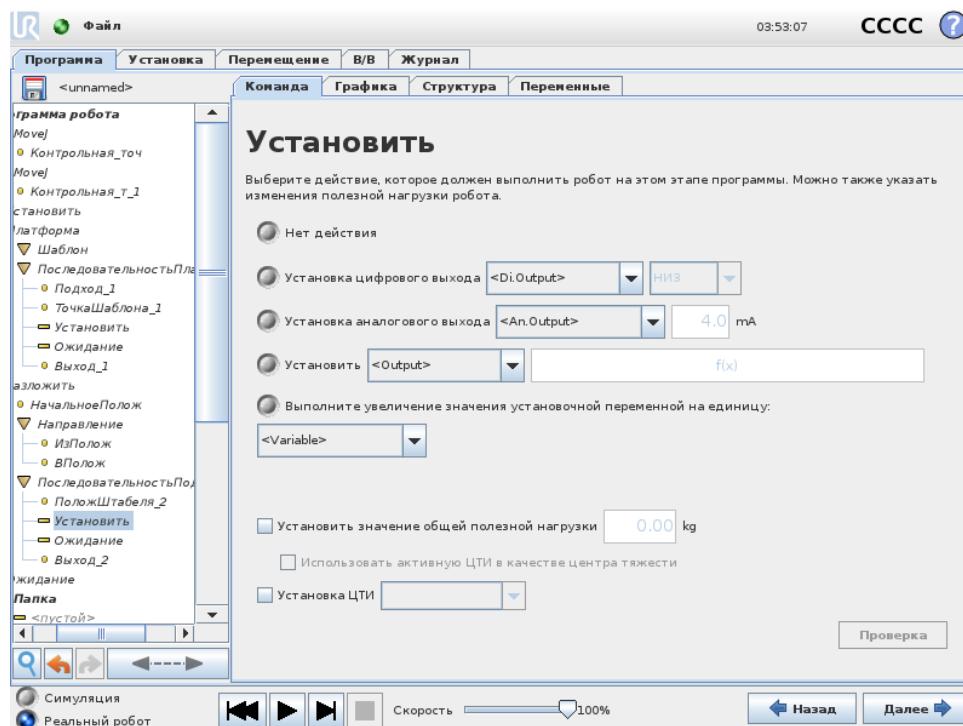
```
Использовать переменную=var_1, Деталь=Инструмент
```

14.9 Команда: Ожидание



Ожидание приостанавливает сигнал входа/выхода или выражение в течение заданного количества времени. Если выбрано Без ожидания, ничего не происходит.

14.10 Команда: Установить

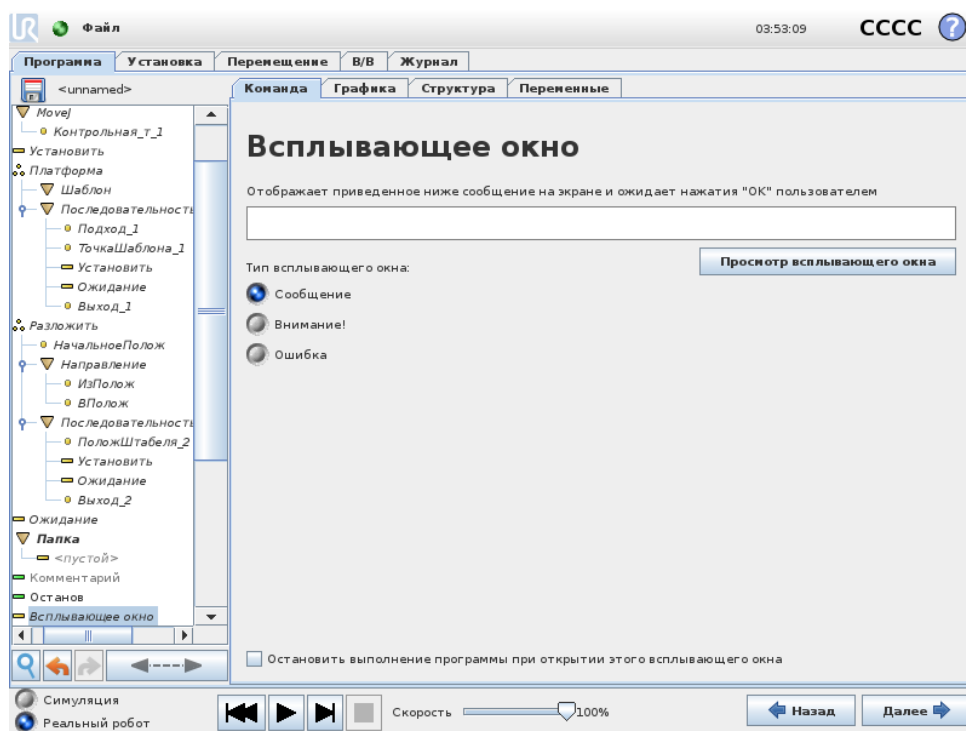


Установите для данного значения цифровые или аналоговые выходы.

Команда может также использоваться для установки полезной нагрузки манипулятора робота. Регулировка полезной нагрузки может быть необходима для предотвращения защитного останова робота, если вес, поднятый инструментом, отличается от ожидаемой полезной нагрузки. По умолчанию активная ЦТИ также используется в качестве центра тяжести. Если активная ЦТИ не должна использоваться в качестве центра тяжести, то отметка может быть снята.

Кроме того, активная ЦТИ может быть модифицирована с помощью команды Установить. Просто поставьте отметку в поле и выберите в меню одно из смещений ЦТИ. Если во время написания программы активная ЦТИ для конкретного движения известна, то примите во внимание и возможность выбора ЦТИ на карте Переместить (см. 14.5). Подробнее о конфигурировании названных ЦТИ (см. 13.6).

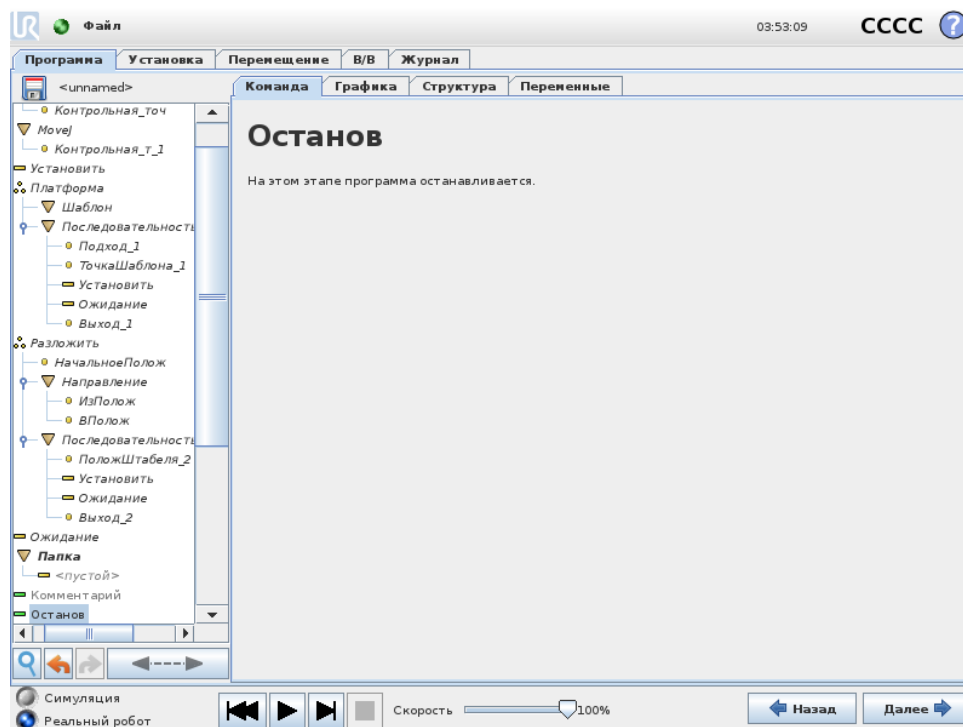
14.11 Команда: Всплывающее окно



Всплывающее окно – это сообщение, которое отображается на экране при достижении программой команды, отвечающей за его отображение. Стиль сообщения можно выбрать, а сам текст ввести с помощью экранной клавиатуры. Робот будет ожидать, пока пользователь/оператор нажмет кнопку ВкОКВъ под всплывающим окном, прежде чем продолжить выполнение программы. При выборе элемента ВкОстановить выполнение программыВъ программа робота будет остановлена при отображении этого всплывающего сообщения.

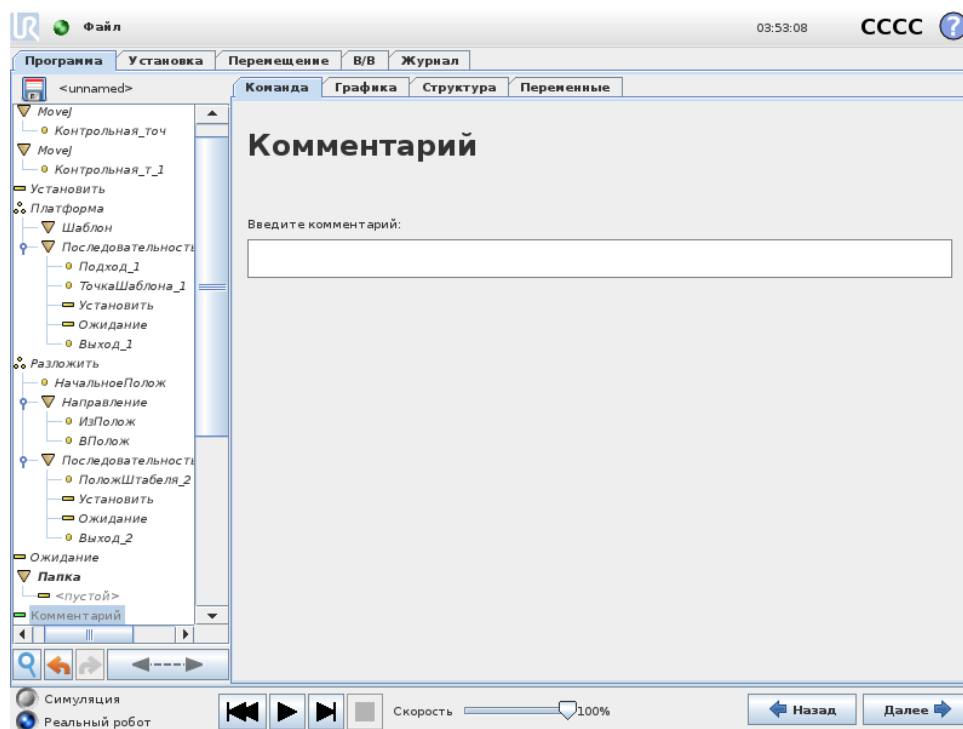
Примечание. Длина сообщений не может превышать 255 знаков.

14.12 Команда: Останов



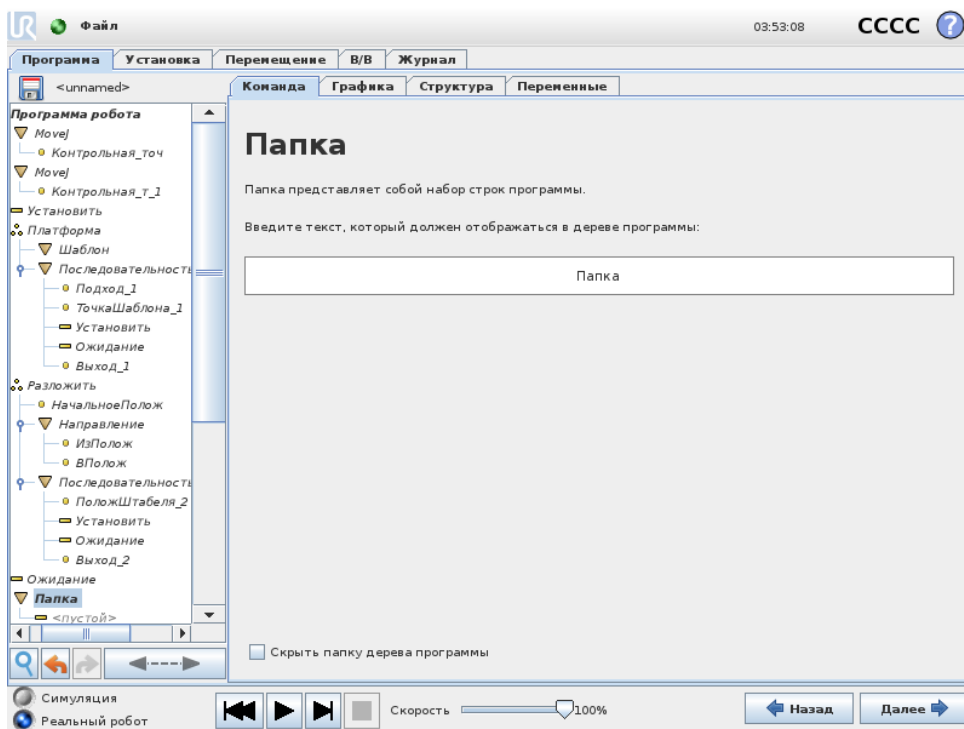
На этом этапе программа останавливается.

14.13 Команда: Комментарий



Дает возможность программисту добавить текстовую строку в программу. Эта строка текста не несет никакой функции при выполнении программы.

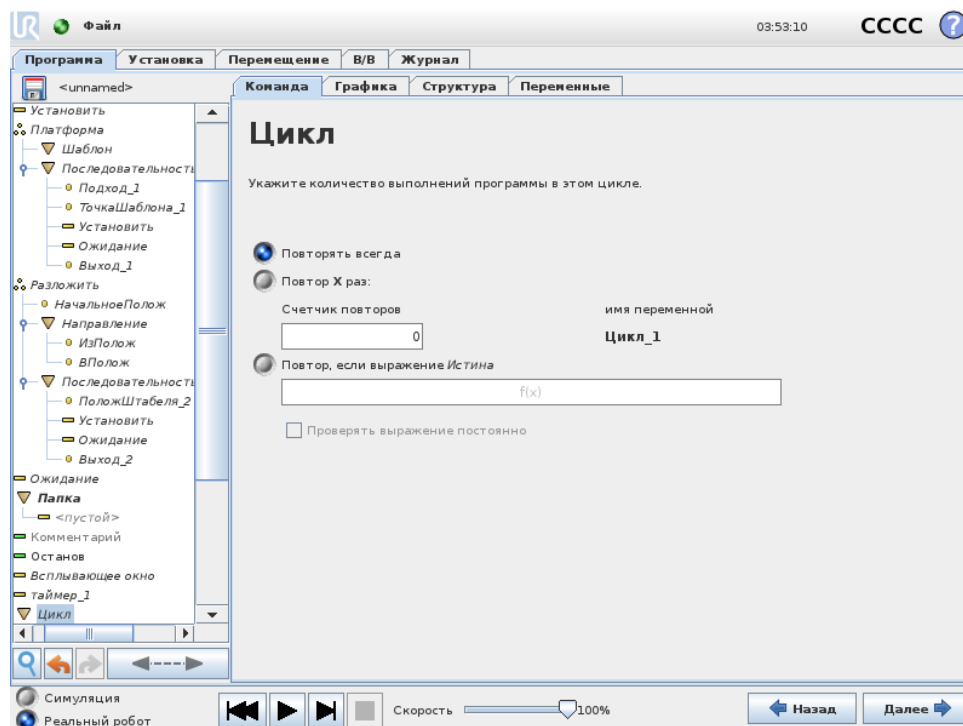
14.14 Команда: Папка



Папка используется для упорядочения и добавления меток для определенных частей программы, для наведения порядка в древе программ и для более удобного чтения программы и перемещения по ней.

Папки не влияют на программу и ее выполнение.

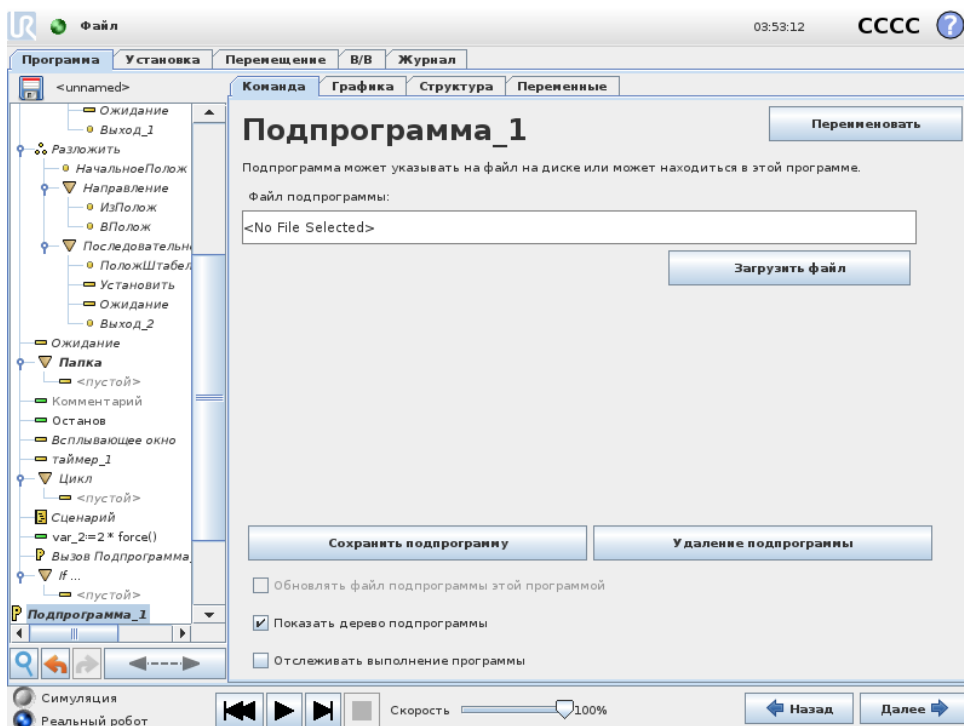
14.15 Команда: Цикл



Создает цикл ключевых команд программы. В зависимости от выбора ключевые команды программы будут заключены в бесконечный цикл, в цикл из определенного числа повторений или в цикл, действующий при истинном значении условия. При создании цикла из определенного числа повторений создается специальная переменная цикла (на рисунке выше имеет название loop_1), которую можно использовать в выражениях цикла. Эта переменная цикла может иметь значение от 0 до $N - 1$.

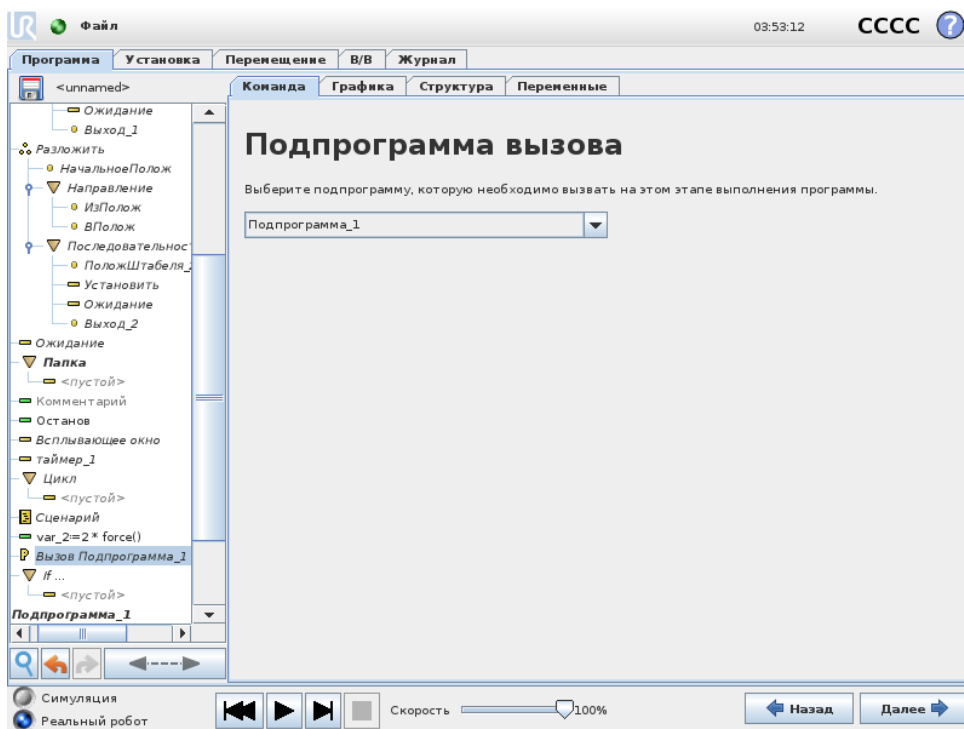
Если при создании цикла выражение используется в качестве условия завершения, в программном обеспечении PolyScore имеется параметр для непрерывной проверки этого выражения, что обеспечивает прерывание ВциклаВ в любое время при его выполнении, а не только после каждого повторения.

14.16 Команда: Подпрограмма



В подпрограмме можно хранить части программы, которые требуются в нескольких местах. Подпрограмма может быть отдельным файлом на диске, который можно скрыть для защиты от случайных изменений подпрограммы.

Команда: Вызов Подпрограмма

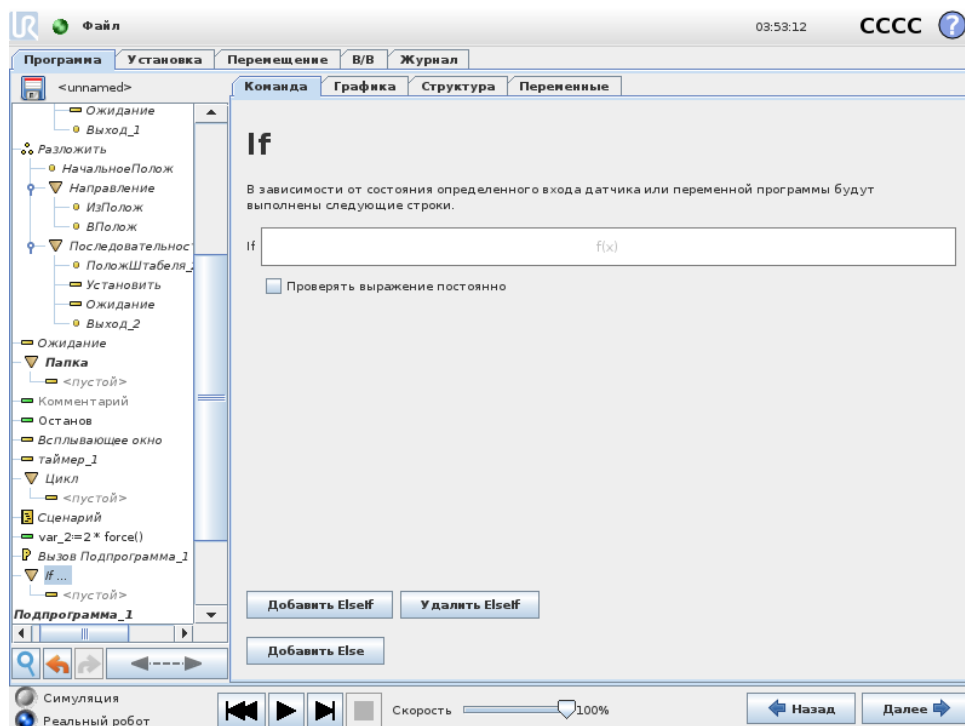


14.17 Команда: Назначение



CB3

14.18 Команда: Если

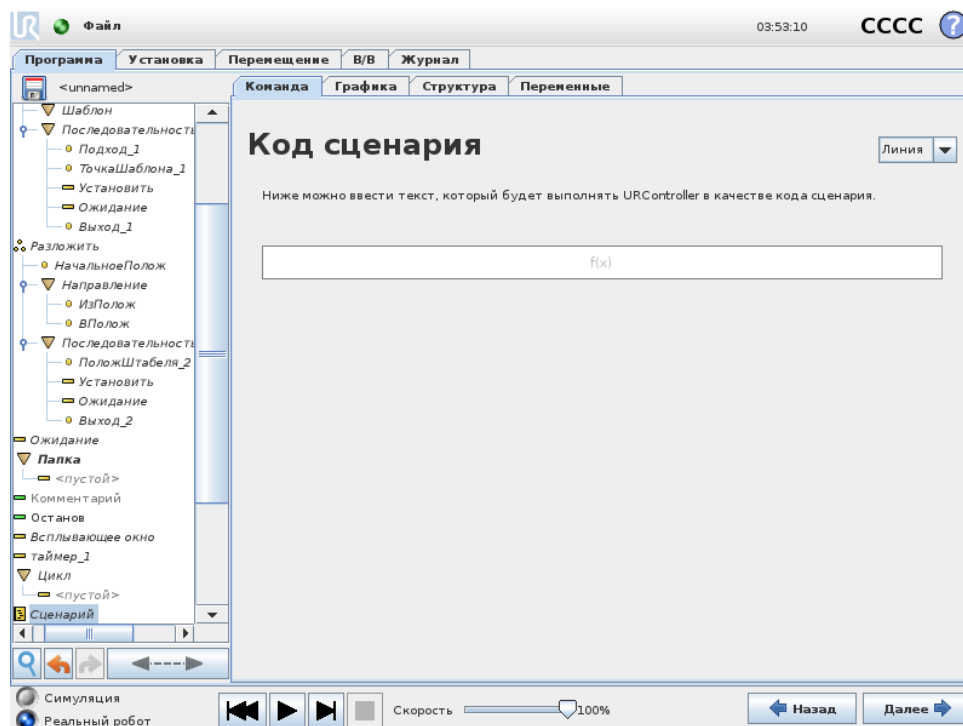


Используя конструкции команды если...иначе, можно изменить поведение робота, в зависимости от входных сигналов датчиков и значений переменных. Для описания условия, при котором робот следует выражениям данной команды Если, используйте редактор выражений. Если это условие будет определено как истинное, будут выполнены выражения данной команды Если.

Команда Если может содержать несколько выражений **ВкИначеЕслиВъ**, которые можно добавлять и удалять при помощи кнопок **Добавить ИначеЕсли** и **Удалить ИначеЕсли**. Команда Если может иметь только одно выражение **Иначе**.

Примечание. Вы можете выбрать флажок **Проверять выражение постоянно**, чтобы позволить проводить проверку условий команды Если и выражений **ИначеЕсли** во время выполнения строк, содержащихся в команде. Если выражение в команде Если после проверки окажется неверным, то дальше будет выполнена проверка выражений **ИначеЕсли** или **Иначе**.

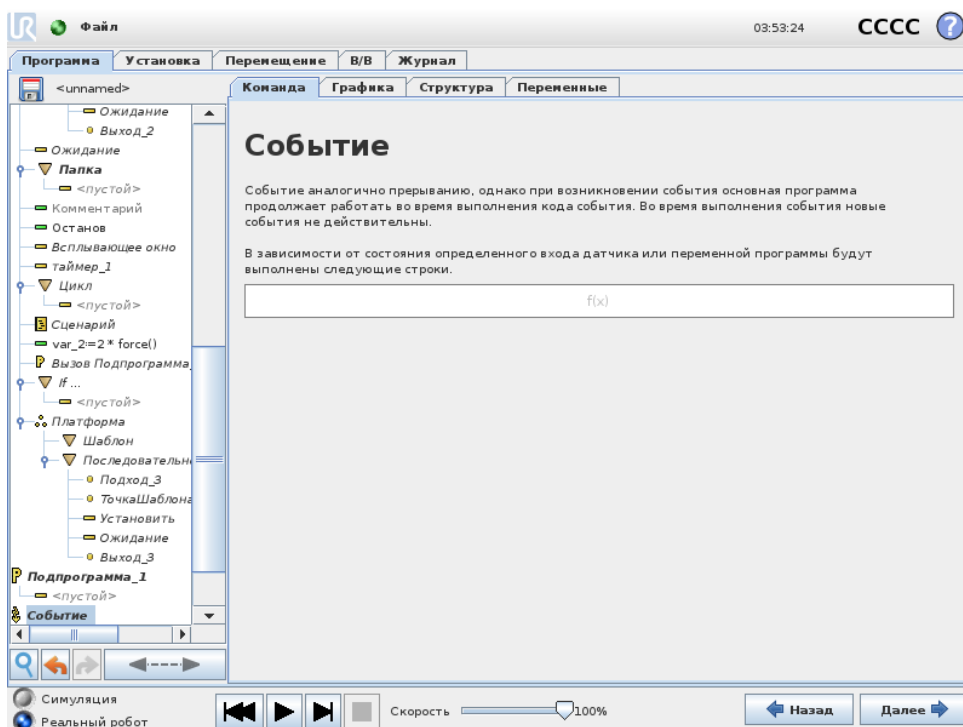
14.19 Команда: Сценарий



С помощью этой команды можно получить доступ к языку ключевого сценария в реальном времени, который выполняется контроллером робота. Она предназначена только для опытных пользователей, инструкции по ее использованию содержатся в руководстве по сценариям, расположенном на веб-сайте поддержки (<http://www.universal-robots.com/support>).

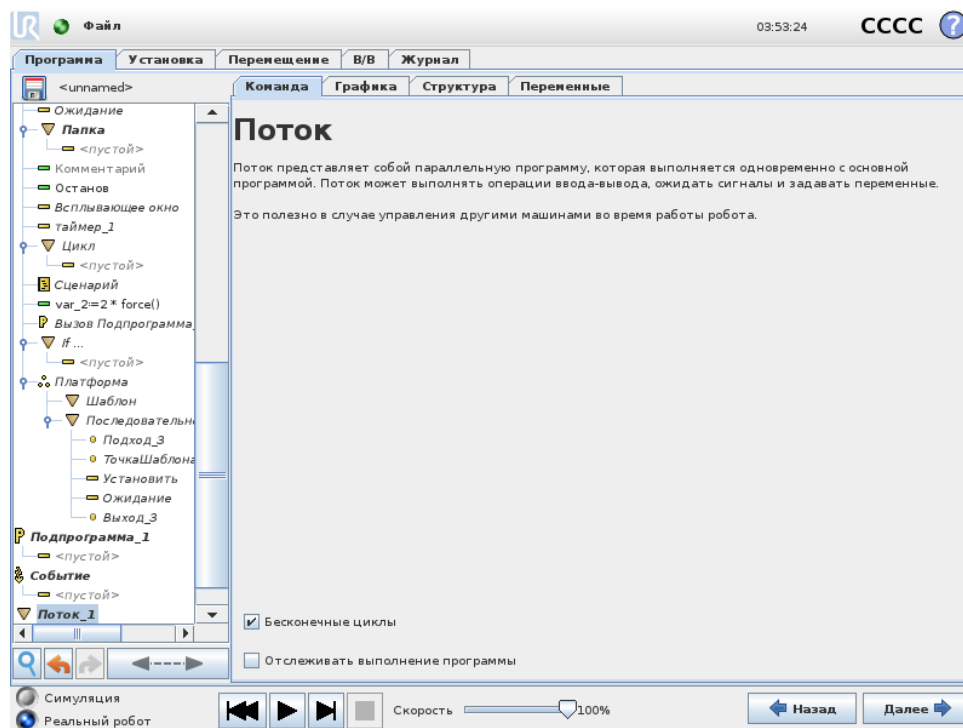
При выборе в верхнем левом углу параметра ВкФайлВнь можно создавать и изменять файлы программ сценариев. Это позволяет использовать длинные и сложные программы сценариев вместе с удобной функцией программирования программного обеспечения PolyScope.

14.20 Команда: Событие



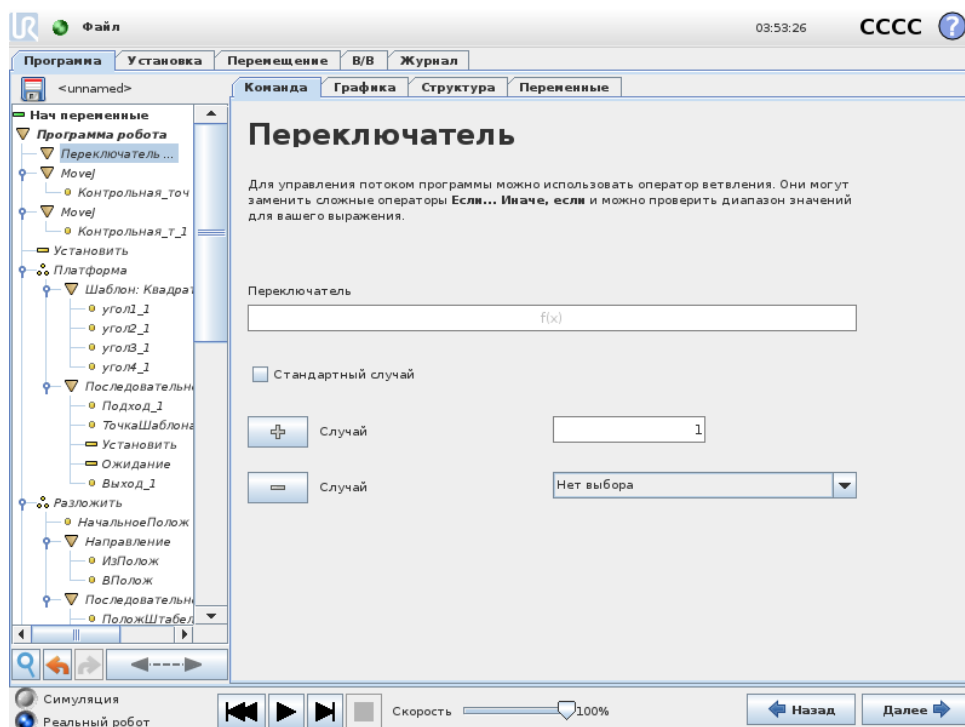
Событие можно использовать для отслеживания входного сигнала, а также для выполнения определенного действия или установки переменной, если входной сигнал становится высоким. Например, если входной сигнал становится высоким, программа, управляемая событиями, может подождать 200 мс, а затем снова сделать его низким. Это может значительно упростить код программы в случае, если переключение на внешней машине происходит по переднему фронту импульса, а не по высокому уровню входного сигнала. События проверяются один раз каждый управляющий цикл (8 мс).

14.21 Команда: Поток



Поток—это процесс, выполняющийся параллельно с программой робота. Поток можно использовать для управления внешней машиной независимо от манипулятора робота. Поток может взаимодействовать с программой робота с помощью переменных и выходных сигналов.

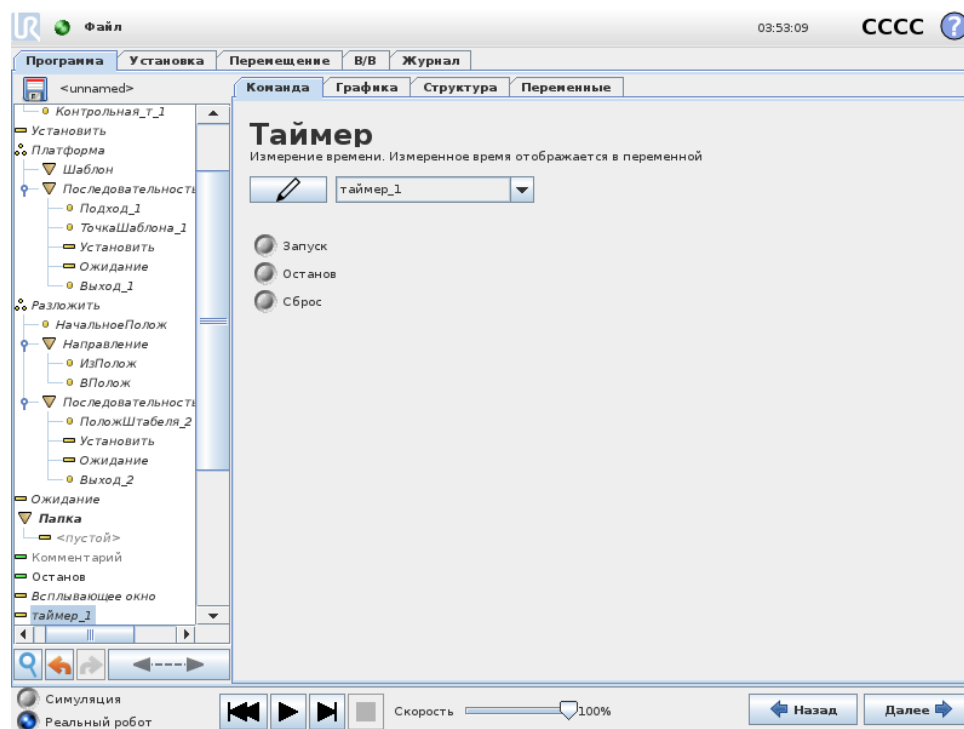
14.22 Команда: Переключатель



Конструкция Оператор ветвления может изменить направление движений робота, в зависимости от входных сигналов датчиков и значений переменных. Для описания основного условия и определения случаев, при которых робот должен перейти к выполнению дополнительных команд данного Переключателя используйте редактор выражений. Если будет определено, что это условие соответствует одному из данных случаев, строки в команде Случай будут выполняться. Если был указан Случай по умолчанию, то линии будут выполняться, только если не было найдено других соответствующих случаев.

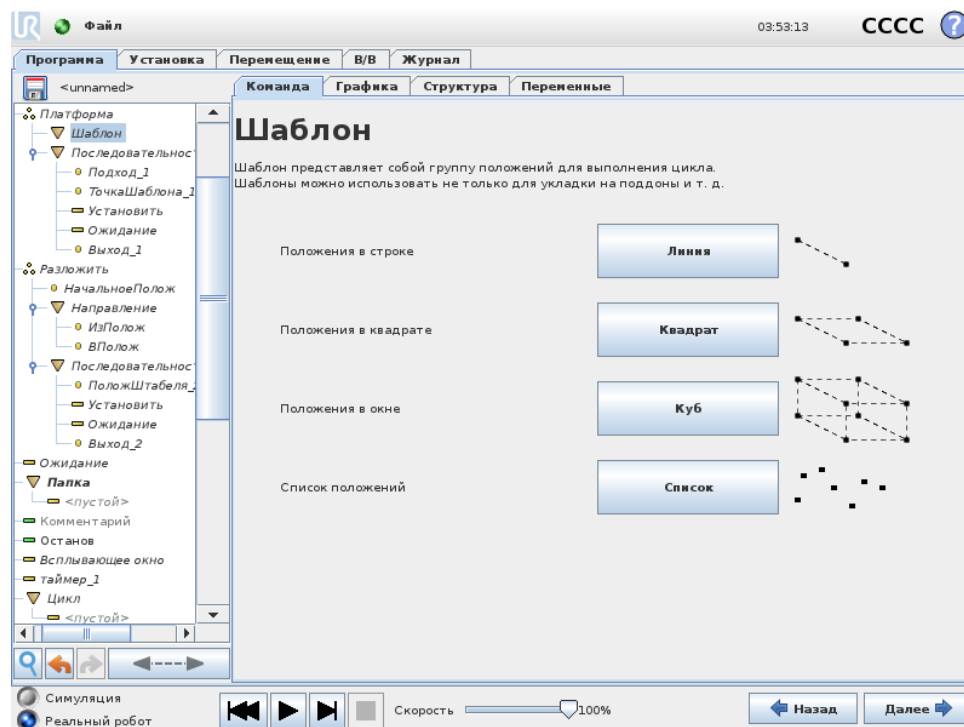
Каждый Переключатель может содержать несколько команд Случай и одну команду Случай по умолчанию. Выключатели могут иметь только один экземпляр определенных значений Случай. Случаи можно добавить с помощью кнопок на экране. Команду Случай можно удалить из экрана для этого переключателя.

14.22.1 Таймер



Таймер измеряет время, необходимое для совершения определенными составляющими робота действий. Программная переменная

14.23 Команда: Шаблон



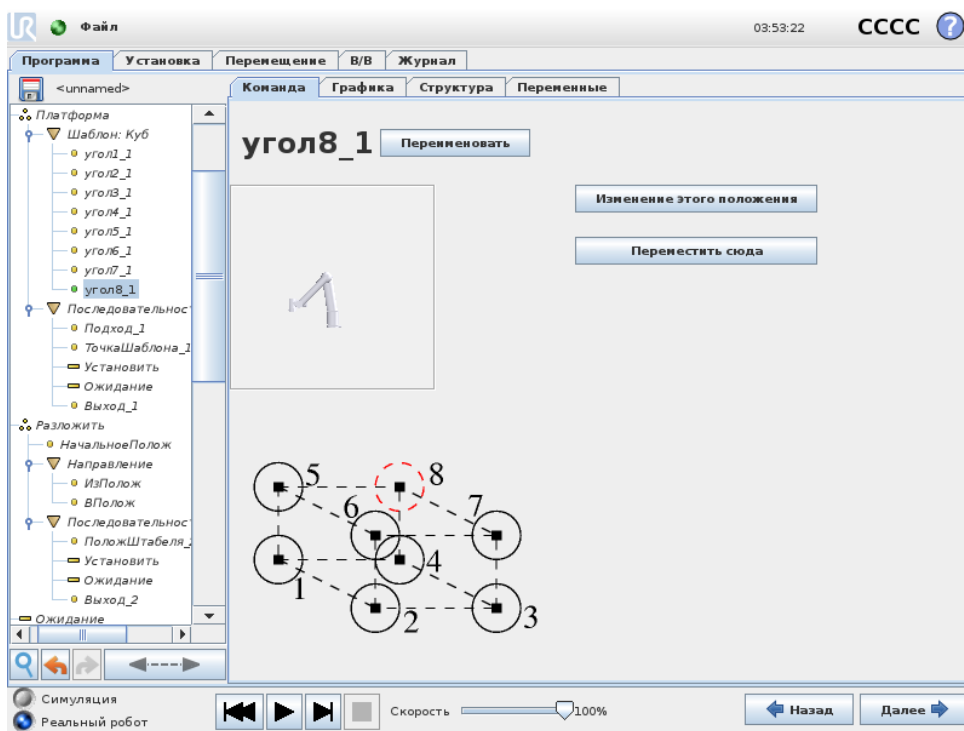
Команду Шаблон можно использовать для циклического перехода между положениями в программе робота. Команда Шаблон соответствует одному положению при каждом выполнении.

Можно задать один из четырех типов шаблона. Первые три, Линия, Квадрат или Куб можно использовать для положений в регулярном шаблоне. Правильные шаблоны определяются числом характеристических точек, где эти точки определяют границы шаблона. Для типа Линия это две концевые точки, для типа Квадрат — три из четырех угловых точек, а для типа Куб это четыре из восьми угловых точек. Программист вводит число положений по каждому краю шаблона. Затем контроллер робота рассчитывает отдельные положения шаблона, пропорционально складывая векторы границ.

Если положения, которые требуется пройти, не укладываются в рамки правильного шаблона, можно выбрать параметр Список, в котором будет представлен список всех положений, указанных программистом. Таким образом можно реализовать любую компоновку положений.

Определение шаблона

При выборе шаблона Куб отобразится следующий экран.



Для определения стороны куба в шаблоне Куб используются три вектора. Эти три вектора представлены четырьмя точками, где первый вектор выходит из точки один в точку два, второй вектор — из точки два в точку три, а третий вектор — из точки три в точку четыре. Каждый вектор разделяется на количество чисел интервалов. Определенная позиция в шаблоне рассчитывается путем простого пропорционального сложения векторов интервалов.

Действия для шаблонов Линия и Куб аналогичны.

При переходе между позициями шаблона используется контрпеременная. Имя переменной можно просмотреть на экране команды Шаблон. Переменная проходит через номера от

0 до $X * Y * Z - 1$, составляющие номера точек в шаблоне. Для управления переменной используются назначения, а саму переменную можно использовать в выражениях.

14.24 Команда: Усилие

В рабочей зоне робота принудительный режим позволяет выполнить совмещение и приложить усилие по выбранным осям. Все движения манипулятора робота по команде Усилие будут выполняться в принудительном режиме. Если движение манипулятора робота выполняется в принудительном режиме, можно выбрать одну или несколько осей, по которым движения манипулятора робота будут совмещены. Манипулятор робота согласовывает свои движения с окружающей средой вдоль осей совмещения. Это означает, что манипулятор робота автоматически регулирует свое положение, чтобы создать требуемое усилие. Кроме того, манипулятор робота может самостоятельно приложить усилие к своей среде, например к обрабатываемой детали.

Принудительный режим можно использовать, когда фактическое положение ЦТИ вдоль предустановленной оси не имеет значения, но необходимо обеспечить заданное усилие вдоль этой оси. Например, если ЦТИ робота проходит через изогнутую поверхность, вдавливая или извлекает обрабатываемую деталь. В принудительном режиме также можно приложить определенный крутящий момент вокруг заданных осей.

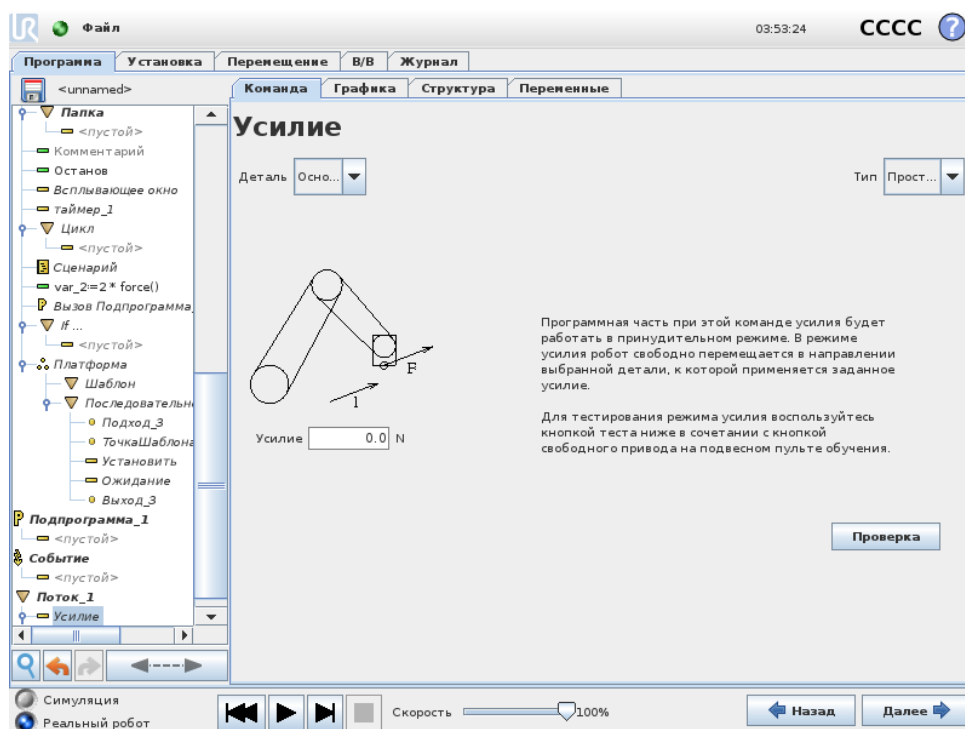
Примечание. Вдоль оси, на которой задано ненулевое усилие, не должно быть препятствий, так как манипулятор робота пытается ускорить свое движение вдоль этой оси.

Несмотря на то, что при выборе оси проводится ее совмещение, программа робота все равно пытается провести робота вдоль этой оси. Тем не менее, за счет управления усилием манипулятор робота может обеспечить требуемое усилие.



ВНИМАНИЕ:

1. Не допускайте резкого снижения скорости непосредственно перед переходом в принудительный режим.
2. Не допускайте резкого снижения скорости в принудительном режиме, поскольку это снизит точность управления скоростью.
3. Не допускайте движений, параллельных осям совмещения, до перехода в принудительный режим.



Выбор детали

В меню Деталь можно выбрать систему координат (оси), которые робот будет использовать при работе в принудительном режиме. В этом меню содержатся детали, определенные при установке (см. 13.12).

Тип режима усилия

Доступны четыре разных типа режима усилия, каждый из которых определяет способ интерпретации выбранной детали.

- Обычный: только одна ось будет совмещена в режиме усилия. Усилие вдоль этой оси можно будет отрегулировать. Требуемое усилие всегда будет прилагаться вдоль оси Z выбранной детали. Тем не менее, для деталей ВкЛинияВъ согласование будет выполняться вдоль оси Y.
- Рама: тип ВкРамаВъ дает более широкие возможности использования. Этот тип позволяет выбрать совмещение и усилие независимо по всем шести степеням свободы.
- Точка: при выборе типа ВкТочкаВъ в раме задачи создается ось Y в направлении от ЦТИ робота к начальной точке выбранной детали. Расстояние между ЦТИ робота и начальной точкой выбранной функции должно быть не меньше 10 мм. Обратите внимание, что рама задачи будет изменена во время выполнения по мере изменения положения ЦТИ робота. Оси X и Z рамы задачи зависят от исходного положения выбранной детали.
- Движение: движение означает, что рама задачи будет меняться с направлением движения ЦТИ. Ось X рамы задачи будет являться проекцией направления движения ЦТИ на плоскости, образованной осями X и Y выбранной детали. Ось Y будет находиться перпендикулярно движению манипулятора робота, а плоскость X-Y — выбранной детали. Это может быть полезно при близком проходе вдоль сложного пути, где требуется

приложить усилие перпендикулярно движению ЦТИ.

Примечание. Случаи, когда манипулятор робота не двигается: Если режим усилия выбран при неподвижном состоянии манипулятора робота, оси совмещения отсутствуют, пока скорость ЦТИ не будет выше нуля. Если в следующий раз в режиме усилия манипулятор робота снова будет находиться в неподвижном состоянии, ориентация рамы задачи будет совпадать с последним положением, когда скорость ЦТИ была выше нуля.

В случае последних трех типов фактическую раму задачи можно просмотреть во время выполнения на вкладке Графика (см. 14.29), если робот работает в принудительном режиме.

Выбор значения усилия

- Можно установить значение усилия или крутящего момента для осей совмещения, а манипулятор робота отрегулирует свое положение, чтобы создать требуемое усилие.
- Для несовместимых осей манипулятор робота будет следовать траектории, заданной программой.

Для параметров поступательного движения усилие задано в Ньютонах [Н], а для вращательных движение крутящий момент указан в Ньютон-метрах [Нм].



ПРИМЕЧАНИЕ:

Выполните следующее:

- Используйте функцию сценария `get_tcp_force()` в отдельном потоке, чтобы считать показание фактического усилия и крутящего момента.
- Отрегулируйте вектор гачного ключа, если фактическое значение усилия и/или крутящего момента ниже требуемого.

Выбор пределов

Для всех осей можно задать предел, но он будет иметь разное значение для совместимых и несовместимых осей.

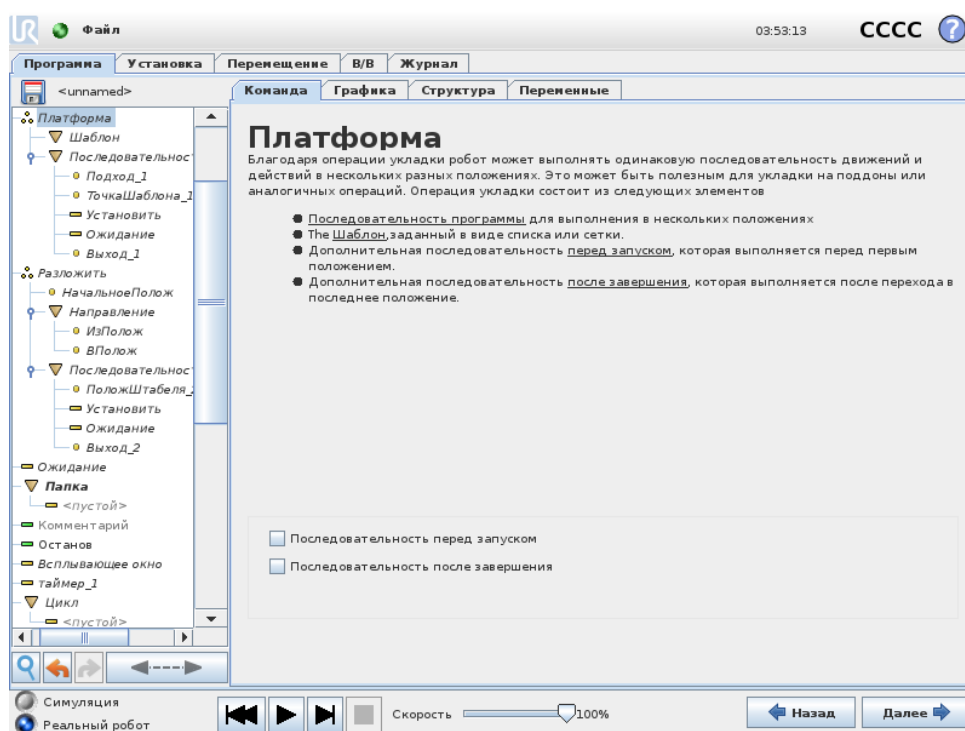
- Совместимый: Пределом является максимальная скорость ЦТИ, которую можно развить при движении вдоль или вокруг оси. Единицы измерения — [мм/с] и [град/с].
- Несовместимый: пределом является максимальное отклонение от траектории программы, которое допускается до защитного останова робота. Единицы измерения — [мм] и [град].

Настройки тестового усилия

При включении и выключении кнопки Тест изменяется действие при нажатии кнопки свободного привода на задней стороне подвесного пульта обучения включение режима свободного привода или проверка команды усилия.

Если кнопка Тест включена, то при нажатии кнопки свободного привода на задней стороне подвешенного пульта обучения робот будет вести себя так, словно программа дошла до этой команды усилия, и, таким образом, можно будет проверить настройки до фактического запуска программы. Такая возможность особенно полезна при проверке правильности выбора совместимых осей и усилия. Одной рукой удерживайте ЦТИ робота, а другой нажмите кнопку свободного привода и проверьте, в каких направлениях манипулятор робота может двигаться, а в каких – нет. После закрытия этого экрана кнопка Тест автоматически выключится, а это означает, что кнопка свободного привода на задней стороне подвешенного пульта обучения снова будет использоваться для обычного режима свободного привода. Примечание: Кнопка свободного привода будет действовать только при выборе допустимой функции для команды усилия.

14.25 Команда: Платформа



Операция Платформа позволяет выполнять последовательность движений в нескольких местах, заданных в качестве шаблона (см. 14.23). В каждой позиции шаблона последовательность движений будет выполняться относительно позиции шаблона.

Создание программы операции ВкПлатформаВъ

Выполните следующие действия.

1. Определите шаблон.
2. Создайте Последовательность платформы для подбора и размещения в каждой отдельной точке. Эта последовательность описывает, что необходимо сделать в каждой позиции шаблона.
3. Для определения контрольных точек, которые должны соответствовать позициям шаблона, используйте переключатель на экране команд последовательности.

Последовательность платформы/Закрепляемая последовательность

В узле Последовательность платформы движения манипулятора робота выполняются относительно положения платформы. Последовательность выполняется таким образом, что манипулятор робота оказывается в позиции, заданной шаблоном в положении якоря/точке шаблона. Все остальные позиции будут перемещены в соответствии с этой позицией.

Не используйте команду Переместить внутри последовательности, так как ее не удастся соотнести с положением якоря.

ВкПеред запускомВъ

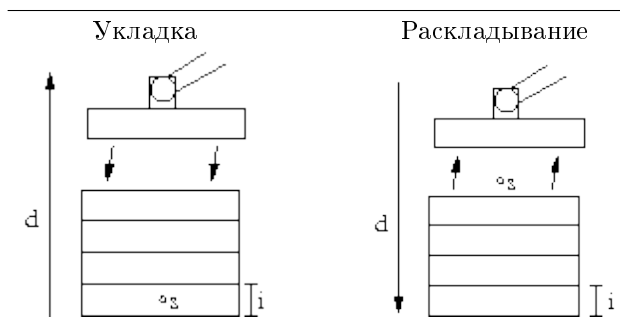
Дополнительная последовательность ПередЗапуском выполняется непосредственно перед запуском операции. Ее можно использовать для ожидания готовых сигналов.

ВкПосле окончанияВъ

Дополнительная последовательность ПослеКонца выполняется после завершения операции. Ее можно использовать для отправки сигнала запуска конвейера, подготавливая место для следующей платформы.

14.26 Команда: Поиск

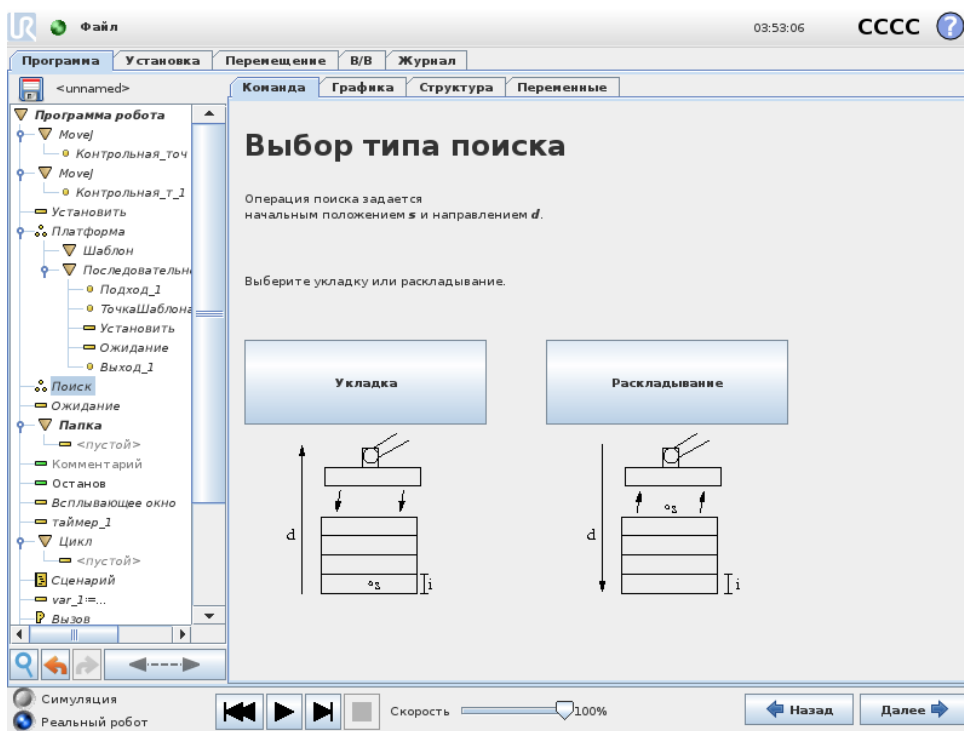
Функция поиска с помощью датчика определяет, достигнуто ли правильное положение, чтобы взять или положить объект. Датчиком может быть кнопочное реле, датчик давления или емкостный датчик. Эта функция предназначена для работы со штабелями объектов, содержащих объекты разной толщины, а также для случаев, когда для программы невозможно или слишком затруднительно определить точное положение объектов.



При программировании операции поиска для работы со штабелями необходимо определить начальную точку s , направление штабелирования d и толщину объектов в штабеле i .

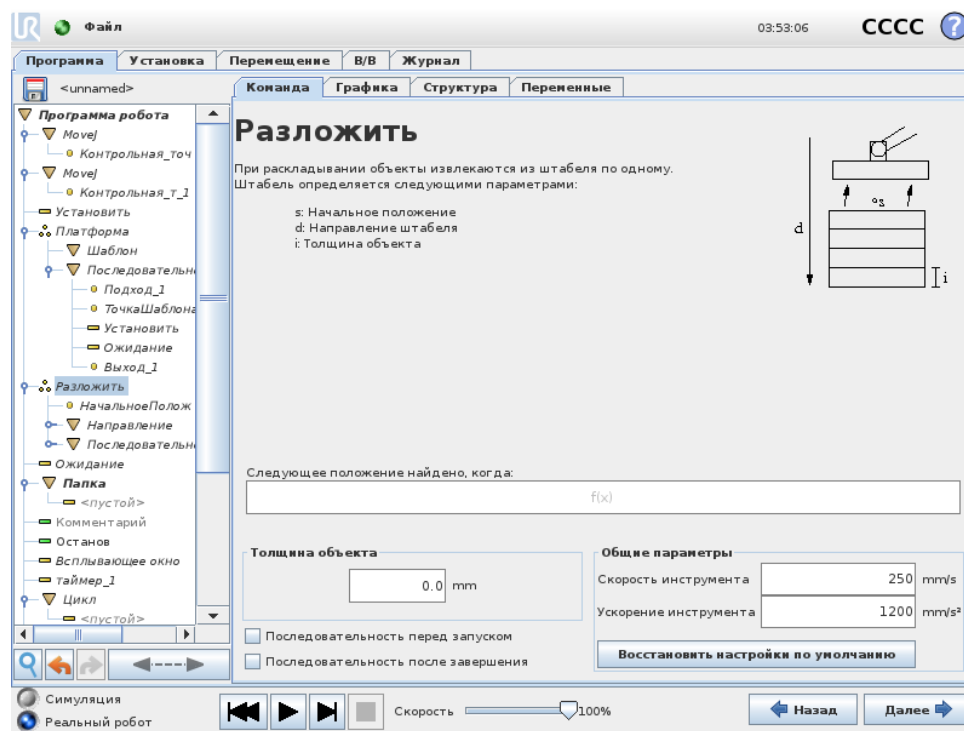
Кроме того, необходимо определить условие для достижения положения следующего штабеля, и особую последовательность программы, которая будет выполняться в каждом положении штабелирования. Необходимо также указать скорость и ускорение для движения, которое будет выполняться во время операции штабелирования.

Укладка



Во время укладки манипулятор робота перемещается в начальное положение, а затем движется в противоположном направлении, выполняя поиск следующего положения штабелирования. Обнаружив это положение, робот запоминает его и выполняет специальную последовательность. На следующем круге робот начинает поиск с запомненного положения с шагом, равным толщине объекта, в направлении укладки. Укладка завершается, когда высота штабеля превышает заданное число, или при подаче сигнала датчиком.

Раскладывание

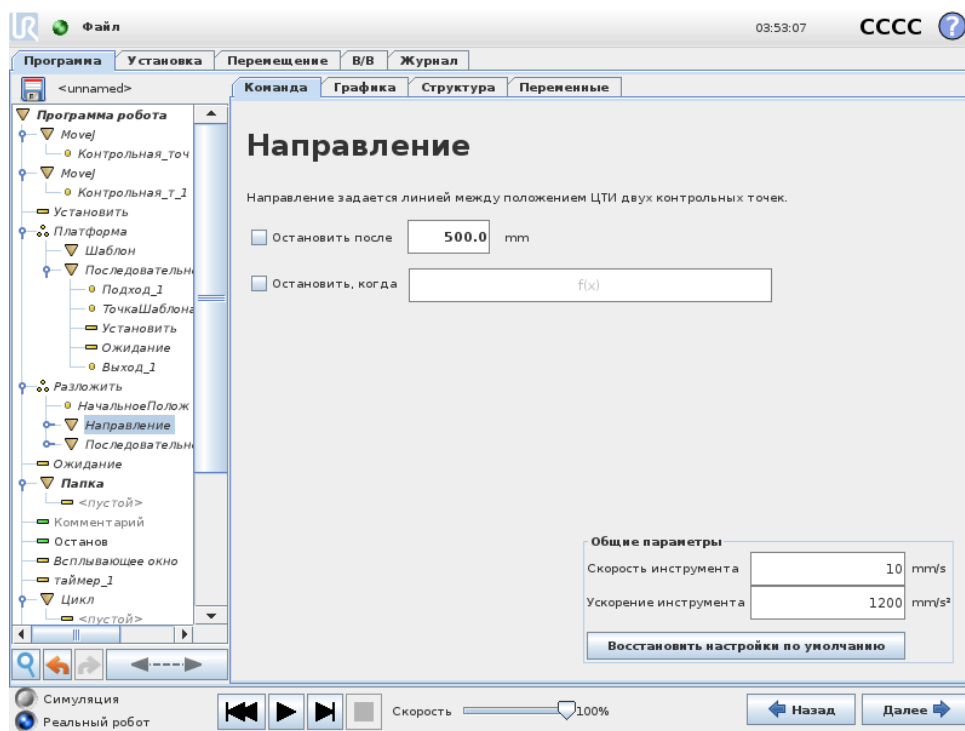


Во время раскладывания манипулятор робота перемещается в начальное положение в заданном направлении, выполняя поиск следующего объекта. Условие на экране определяет достижение следующего объекта. Обнаружив это положение, робот запоминает его и выполняет специальную последовательность. На следующем круге робот начинает поиск с запомненного положения с шагом, равным толщине объекта, в направлении укладки.

Начальное положение

Начальным положением называется точка, в которой начинается операция штабелирования. Если начальное положение не указано, штабелирование начинается в текущем положении манипулятора робота.

Направление



Направление задается двумя положениями и рассчитывается как разность положений от первой ЦТИ положений до второй ЦТИ положений.

Примечание. При расчете направления не учитывается ориентация точек.

Выражение следующего положения штабелирования

Манипулятор робота движется вдоль вектора направления, непрерывно проверяя, не достигнуто ли следующее положение штабелирования. Если выражение будет определено как истинное, выполняется специальная последовательность.

ВкПеред запускомВъ

Дополнительная последовательность ПередЗапуском выполняется непосредственно перед запуском операции. Ее можно использовать для ожидания готовых сигналов.

ВкПосле окончанияВъ

Дополнительная последовательность ПослеКонца выполняется после завершения операции. Ее можно использовать для отправки сигнала запуска конвейера, подготавливая место для следующего штабеля.

Последовательность подбора/размещения

Как и в случае с операцией платформы (14.25), в каждом положении штабелирования выполняется специальная последовательность программы.

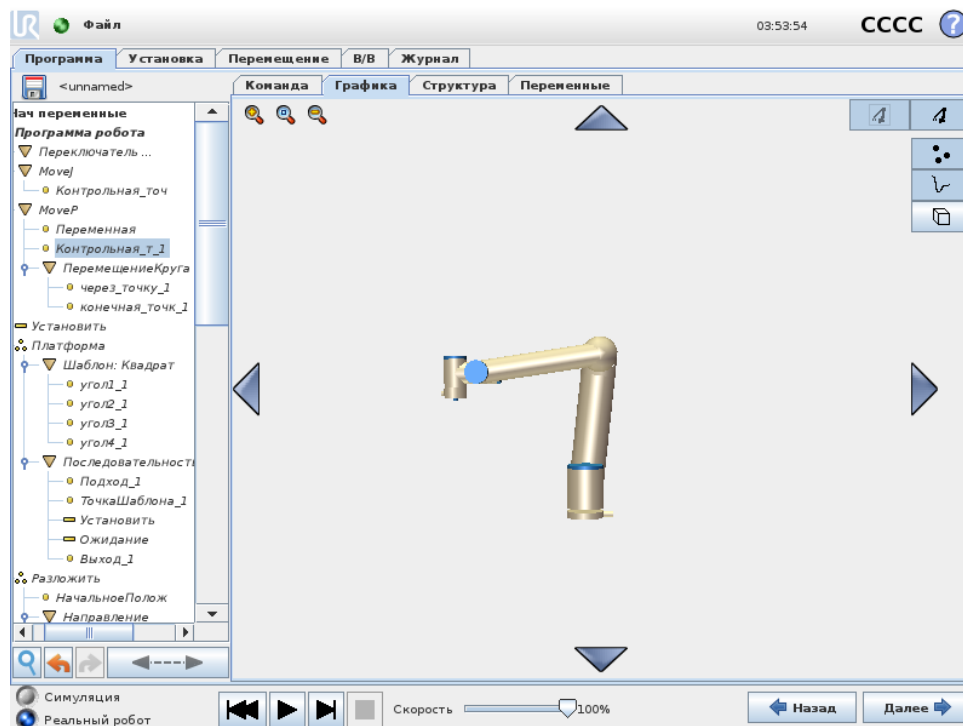
14.27 Команда: Отслеживание конвейера

При использовании конвейера робот может быть сконфигурирован для отслеживания его движения. Если определенное при установке Отслеживание конвейера сконфигурировано правильно, робот скорректирует свои движения, чтобы следовать за конвейером. Узел программы Отслеживание конвейера доступен из вкладки Мастера во вкладке Структура. Все движения в рамках данного узла разрешены во время отслеживания конвейера, но они относятся к движению конвейерной ленты. Настройка отслеживания конвейера во вкладке Установка (см. раздел 13.13) предоставляет опции для конфигурирования робота на работу с кодовыми датчиками абсолютного положения и приращения (инкрементальные), а также линейными и кольцевыми конвейерами.

14.28 Команда: Скрыть

Устраненные строки программы будут пропущены при выполнении программы. Устраненную строку в дальнейшем можно вернуть. Таким способом можно быстро внести изменения в программу, не разрушая ее первоначальное содержание.

14.29 Вкладка ВкГрафикаВнь



Графическое представление текущей программы робота. Траектория ЦТИ отображается в трехмерной модели, в которой сегменты движения показаны черным цветом, а сегменты круговых движений (переходы между сегментами движения) – зеленым. Зеленые точки обозначают положения ЦТИ в каждой контрольной точке программы. Трехмерное изображение манипулятора робота показывает текущее положение манипулятора робота, а затененные участки манипулятора робота показывают, по какой траектории манипулятор робота собирается перейти к контрольной точке, выбранной в левой части экрана.

Если текущее положение ЦТИ робота близко к пределам плоскости безопасности или плоскости срабатывания, или ориентация инструмента робота близка к пределу границы ориентации инструмента (см. 10.12) будет отображен ближайший трехмерный предел границ.

Примечание. При выполнении программы роботом, визуализация пределов границ будет отключена.

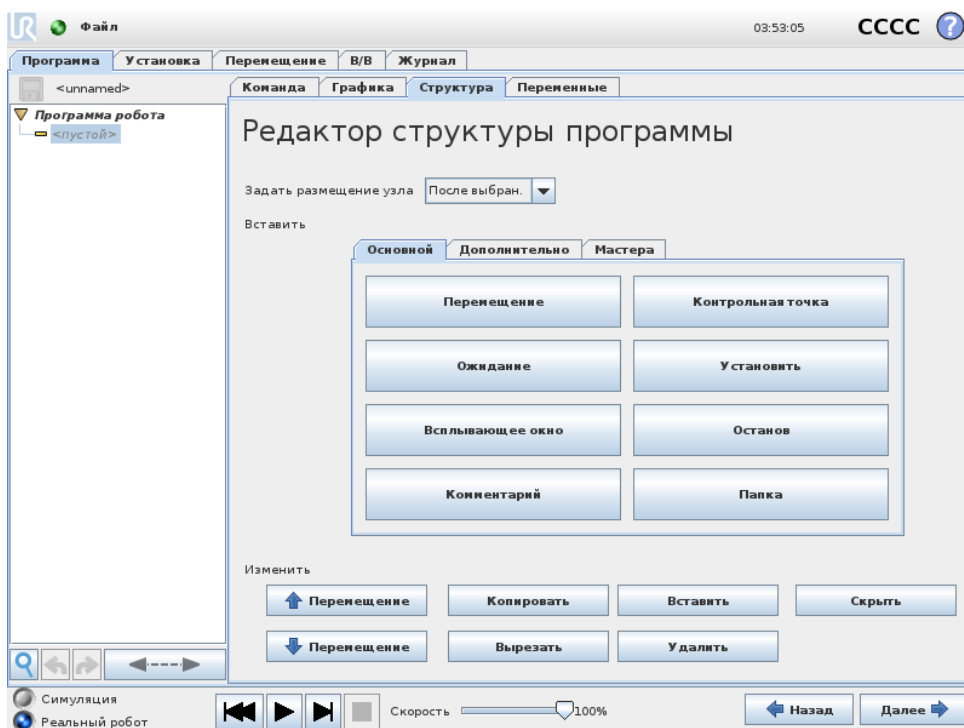
Пределы плоскости безопасности отображаются желтым и черным цветами с небольшой стрелкой, обозначающей перпендикуляр к плоскости — сторону плоскости, на которой разрешено позиционирование ЦТИ робота. Плоскости срабатывания отображаются синим и зеленым цветами с небольшой стрелкой, указывающей на часть плоскости, на которой активны пределы нормального режима (см. 10.6). Предел границы ориентации инструмента обозначается шаровым сектором с вектором, обозначающим текущую ориентацию инструмента робота. Внутренняя часть сектора является разрешенной областью ориентации инструмента (вектора).

Если целевой ЦТИ робота больше не находится вблизи предела, трехмерное представление перестает отображаться. Если ЦТИ нарушает или находится слишком близко к пределу границы, визуализация предела становится красного цвета.

Трехмерную модель можно увеличить и повернуть, чтобы выбрать более удобный угол обзора манипулятора робота. С помощью кнопок в правой верхней части экрана можно отключать различные графические компоненты трехмерной модели. Нажатие нижней кнопки переключает видимость ближайших пределов границ.

Показанные узлы движения зависят от выбранного узла программы. Если выбран узел Переместить, отобразится траектория движения, определенного этим перемещением. Если выбран узел Контрольная точка, на дисплее отобразятся следующие ~ 10 этапов перемещения.

14.30 Вкладка ВкСтруктураВнь



На вкладке структуры программы можно вставить, переместить, скопировать и удалить различные типы команд.

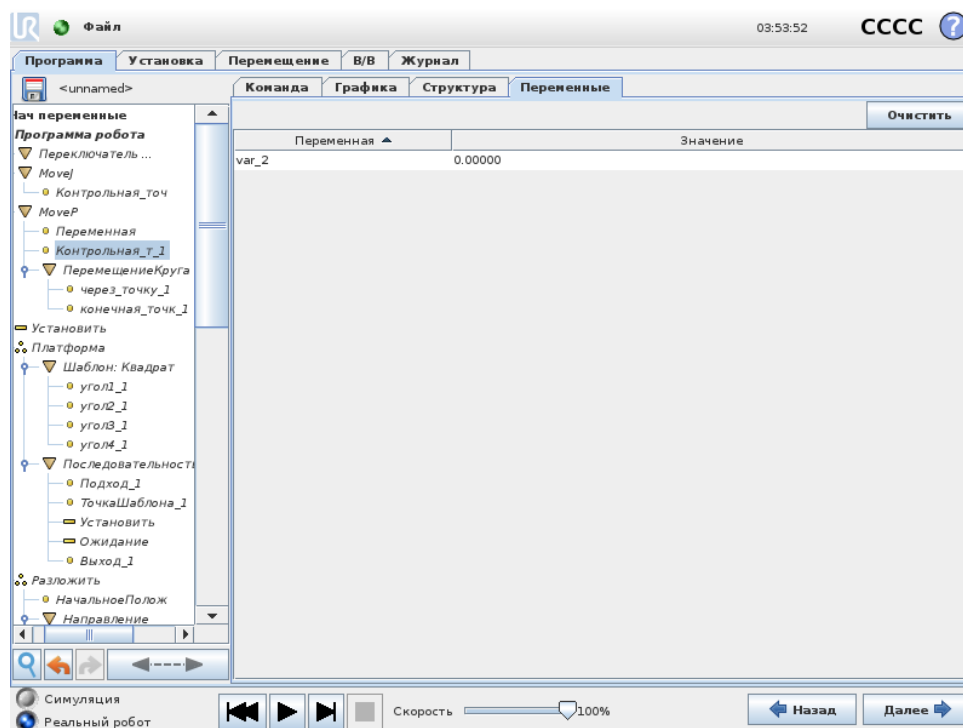
Чтобы вставить новые команды, выполните следующие действия:

- 1) Выберите существующую команду программы.
- 2) Укажите место для вставки новой команды: перед выбранной командой или после нее.
- 3) Нажмите кнопку типа команды, которую требуется вставить. Чтобы выполнить дополнительную настройку новой команды, перейдите на вкладку Команда.

Команды можно перемещать, клонировать и удалять с помощью кнопок в рамке редактирования. Если команда имеет подчиненные команды (рядом с командой изображен символ треугольника), все подчиненные команды также будут перемещены, клонированы или удалены.

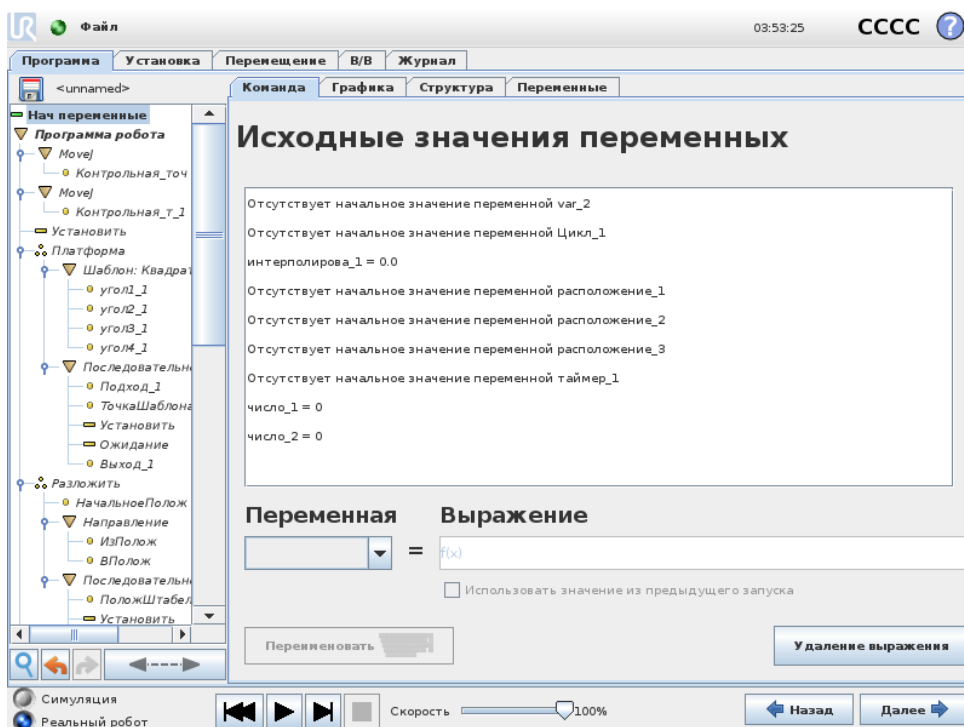
В некоторых случаях команду не удастся вставить в требуемое место в программе. Контрольные точки должны быть включены в команду ВкПереместитьВъ (не обязательно в первых строках). Команды ИначеЕсли и Иначе должны присутствовать после Если. Как правило, перемещение команд ИначеЕсли может привести к нарушению структуры программы. Для использования переменных сначала необходимо присвоить им значения.

14.31 Вкладка ВкПеременныеВъ



На вкладке Переменные отображаются актуальные значения переменных в выполняемой программе, а также хранится список переменных и их значений между выполнениями программы. Она отображается только когда задана информация для отображения на ней. Сортировка переменных осуществляется по их именам, в алфавитном порядке. Имена переменных при отображении на экране содержат не более 50 символов, а значения переменных — не более 500 символов.

14.32 Команда: Инициализация переменных



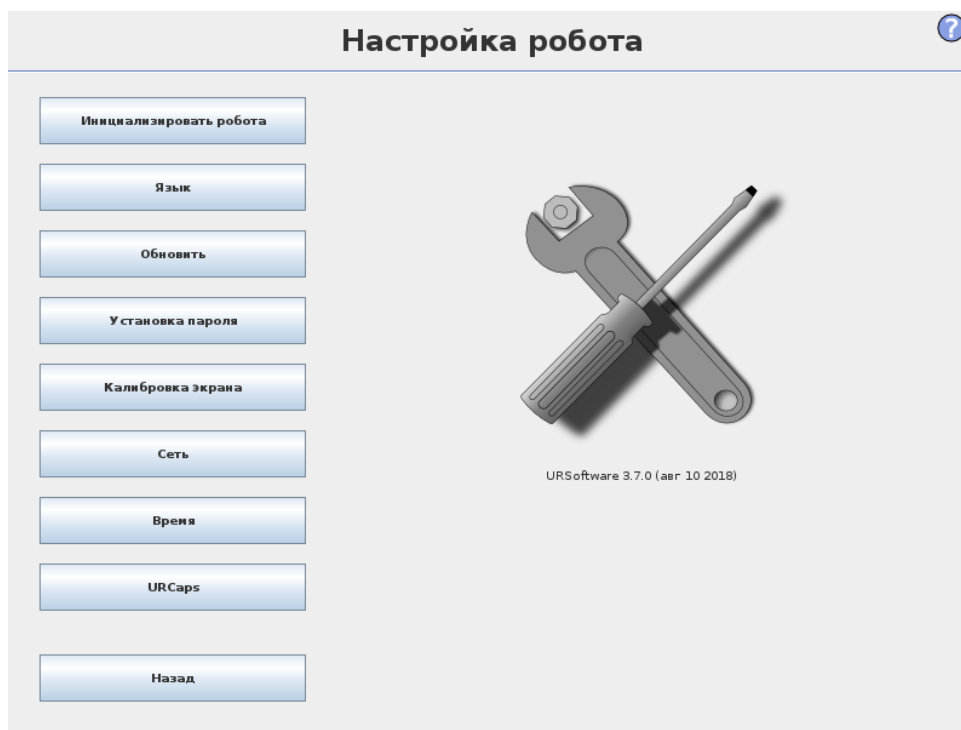
На этом экране можно настроить переменные до начала выполнения программы (и любых потоков).

Выберите переменную в списке переменных, щелкнув ее или введя в поле для выбора переменных. Для выбранной переменной можно ввести выражение, которое будет использоваться для установки значения переменной при запуске программы.

Если выбран флажок **Использовать значение из предыдущего запуска**, то переменная будет инициализирована со значением, указанным во вкладке **Переменные** (см. 14.31). Это позволит сохранять значения переменных между запусками программы. Переменная получит свое значение из выражения при первом запуске программы, а также после очистки вкладки значений.

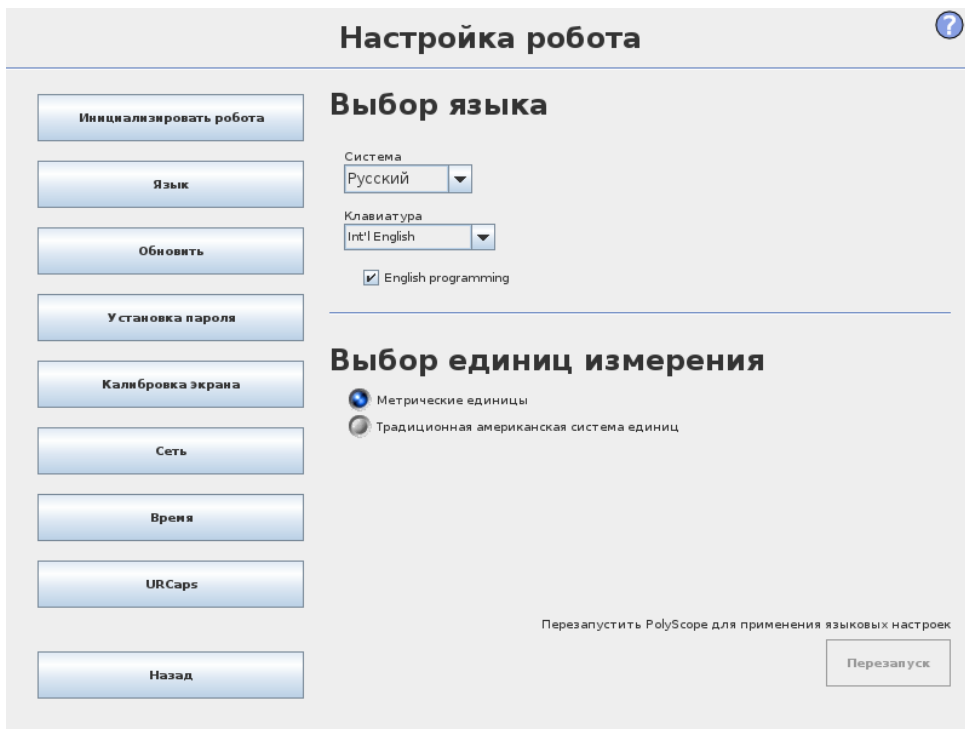
Чтобы удалить переменную из программы, необходимо указать для нее пустое имя (только пробел).

15 Экран настройки



- Инициализировать робота Переход к экрану инициализации. См. 11.5.
- Язык и единицы измерения Конфигурирование языка и единиц измерения интерфейса пользователя, см. 15.1.
- Обновление робота Установка более новой версии программного обеспечения робота, см. 15.2.
- Установка пароля Возможность блокировки программируемой части робота от доступа лицами, у которых отсутствует пароль. См. 15.3.
- Калибровка экрана Калибровка ВксенсораВъ в сенсорном экране. См. 15.4.
- Настройка сети Переход к интерфейсу для настройки сети Ethernet для блока управления робота. См. 15.5.
- Настройка времени Установка времени и даты системы и конфигурирование форматов отображения часов, см. 15.6.
- Настройка URCaps Обзор установленного URCaps, а также опции по установке и удалению, см. 15.7.
- Назад Переход к экрану приветствия.

15.1 Язык и единицы измерения

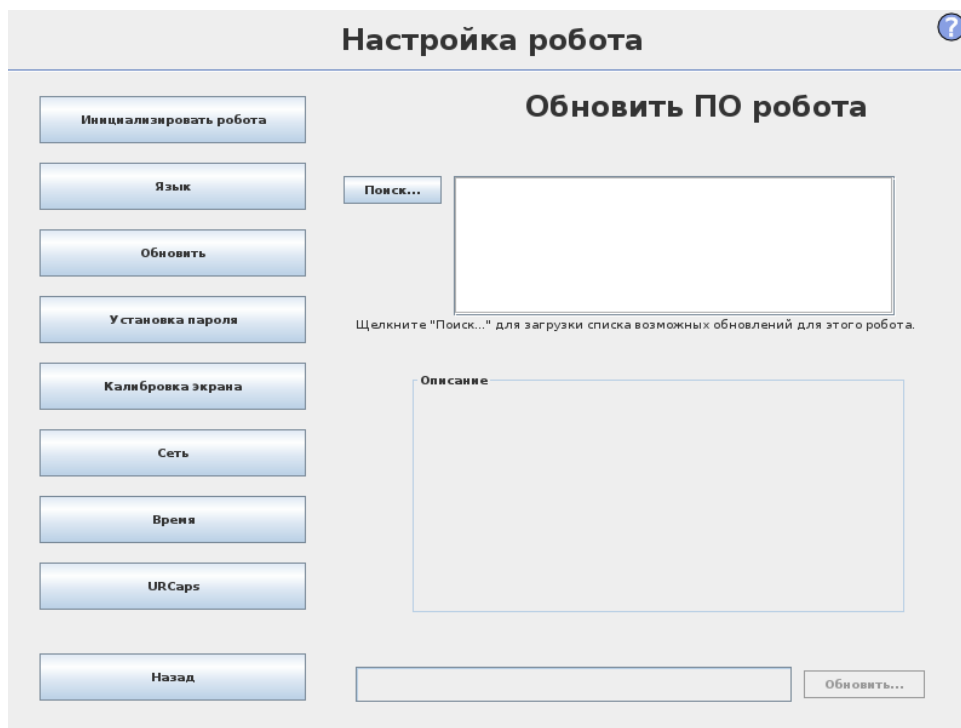


Выбор языка, единиц измерения и языка клавиатуры в PolyScore выполняется на данном экране.

Выбранный будет использоваться для видимого текста на различных экранах PolyScore, а также для встроенной справки. Установите флажок ВклПрограммирование на англ. языке, чтобы использовать команды робота на английском языке. Чтобы это изменение вступило в силу, потребуется перезагрузить PolyScore.

Выбранный язык клавиатуры будет использоваться во всех всплывающих клавиатурах в PolyScore.

15.2 Обновить робота

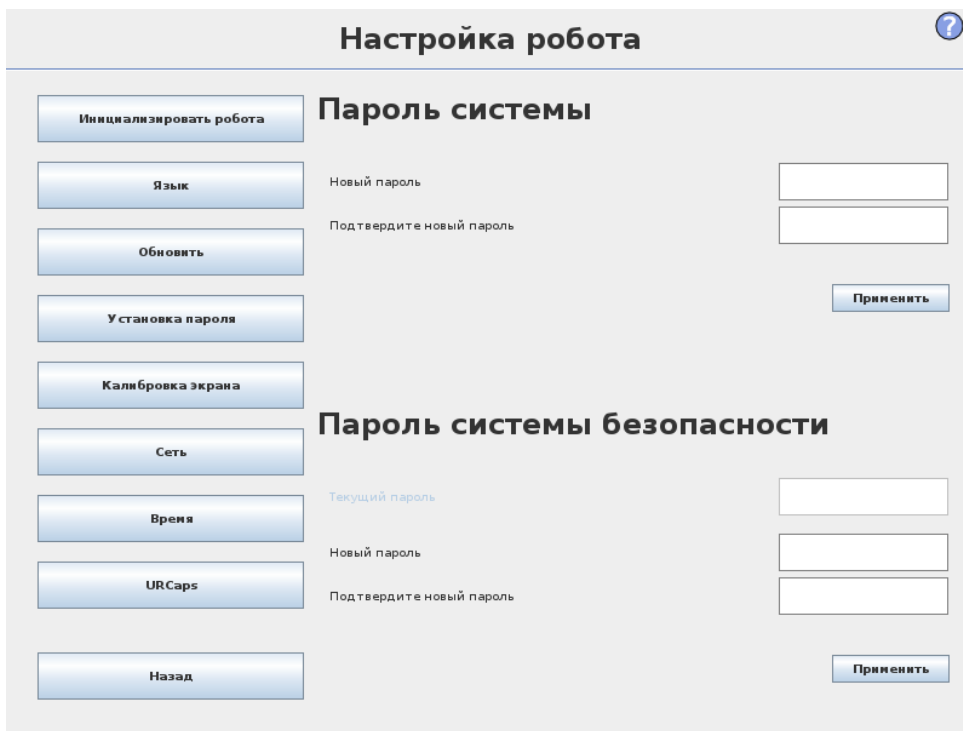


Обновления программного обеспечения можно установить с USB-накопителя. Вставьте USB-накопитель и нажмите Поиск, чтобы просмотреть его содержимое. Для выполнения обновления выберите файл, нажмите Обновить и следуйте инструкциям.

**ВНИМАНИЕ:**

Всегда выполняйте проверку программ после обновления ПО. Обновление может привести к изменению траекторий в программах. Для просмотра обновленных данных ПО нажмите кнопку Вк?Въ, расположенную в правом верхнем углу графического интерфейса. Аппаратные требования остаются теми же и приведены в исходном руководстве.

15.3 Установка пароля



Поддерживается использование двух паролей. Первый пароль является необязательным системным паролем, который предназначен для предотвращения случаев несанкционированного изменения установки робота. В случае установки пароля системы программы можно будет загружать и выполнять без пароля, но для создания или изменения программ потребуется ввод пароля.

Второй пароль является обязательным паролем безопасности, ввод которого требуется для изменения конфигурации безопасности.



ПРИМЕЧАНИЕ:

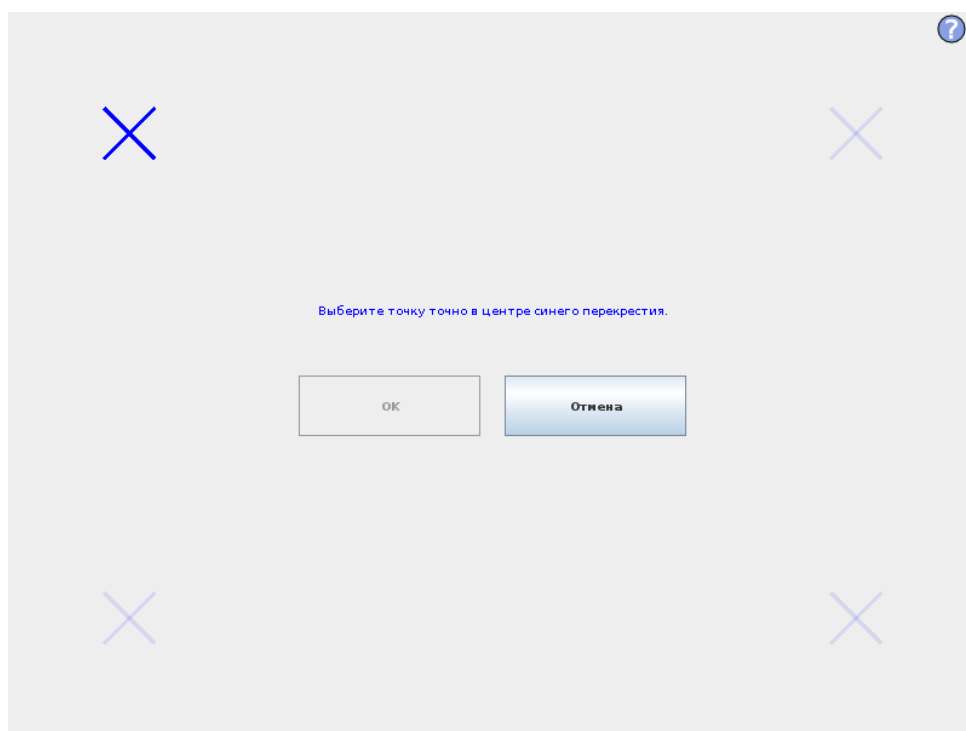
Для изменения конфигурации безопасности требуется задать пароль безопасности.



ВНИМАНИЕ:

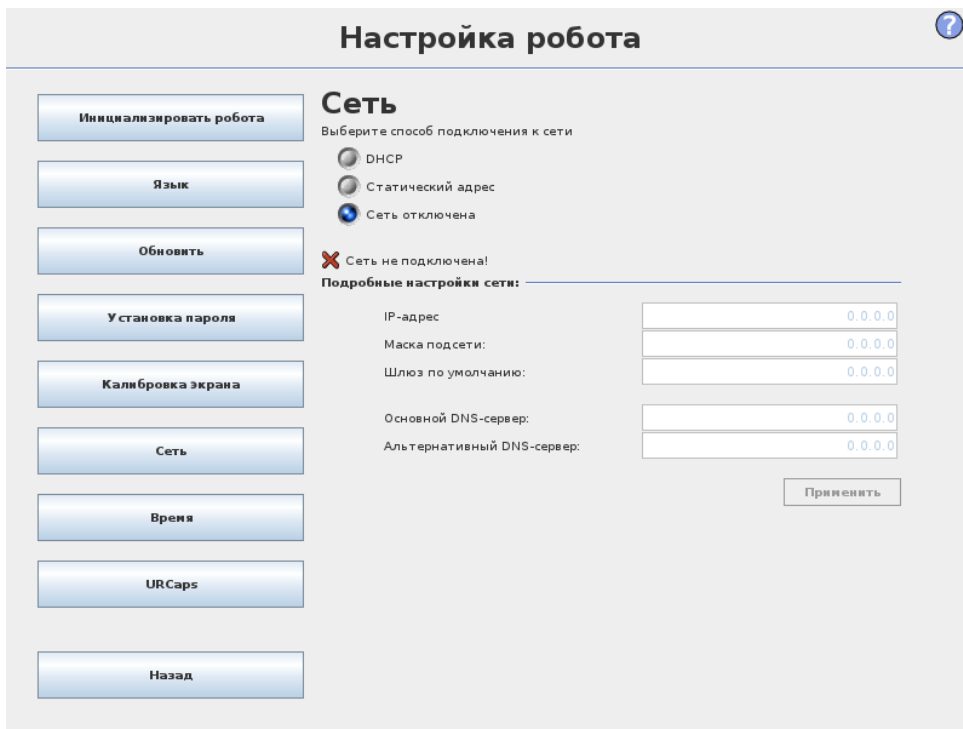
Создайте пароль системы для предотвращения несанкционированного изменения установки робота.

15.4 Калибровка экрана



Калибровка сенсорного экрана. Чтобы выполнить калибровку сенсорного экрана, следуйте указаниям на экране. Рекомендуется использовать заостренный неметаллический предмет, например, ручку с закрытым колпачком. Будьте терпеливы и аккуратны, чтобы правильно выполнить калибровку.

15.5 Настройка сети



Настройка робота

Сеть

Выберите способ подключения к сети

- ☐ DHCP
- ☐ Статический адрес
- ☒ Сеть отключена

✗ Сеть не подключена!

Подробные настройки сети:

IP-адрес	0.0.0.0
Маска подсети:	0.0.0.0
Шлюз по умолчанию:	0.0.0.0
Основной DNS-сервер:	0.0.0.0
Альтернативный DNS-сервер:	0.0.0.0

Применить

Инициализировать робота

Язык

Обновить

Установка пароля

Калибровка экрана

Сеть

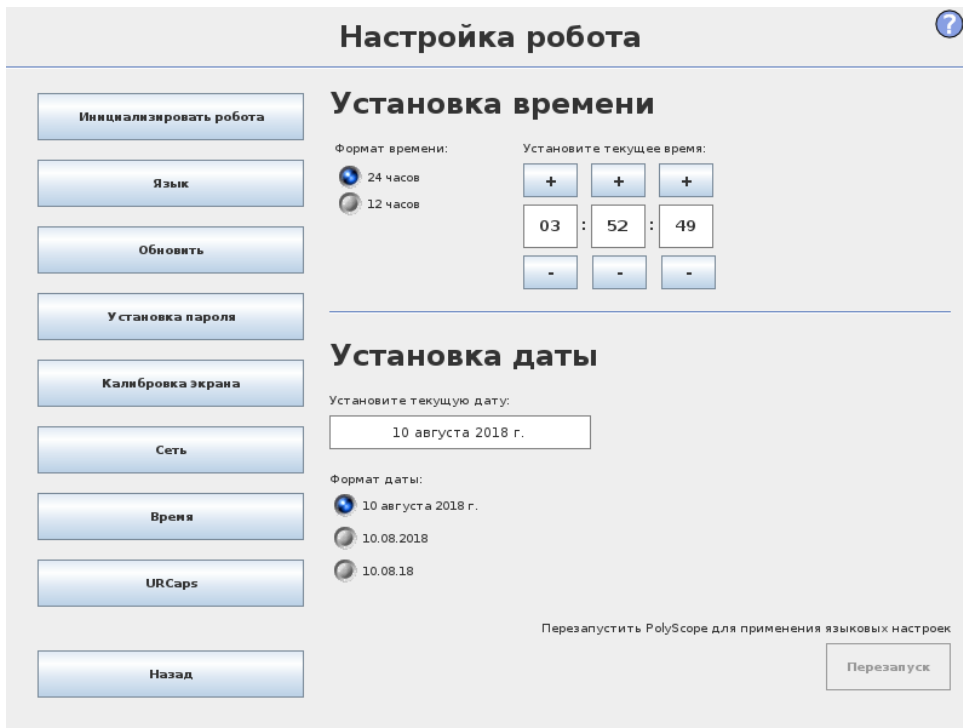
Время

URCaps

Назад

Панель для настройки сети Ethernet. Соединение Ethernet не требуется для выполнения основных функций робота, и по умолчанию отключено.

15.6 Установка времени



Настройка робота

Установка времени

Формат времени:

- ☒ 24 часов
- ☐ 12 часов

Установите текущее время:

+	+	+
03	:	52
:	:	49
-	-	-

Установка даты

Установите текущую дату:

10 августа 2018 г.

Формат даты:

- ☒ 10 августа 2018 г.
- ☐ 10.08.2018
- ☐ 10.08.18

Перезапустить PolyScope для применения языковых настроек

Перезапуск

Инициализировать робота

Язык

Обновить

Установка пароля

Калибровка экрана

Сеть

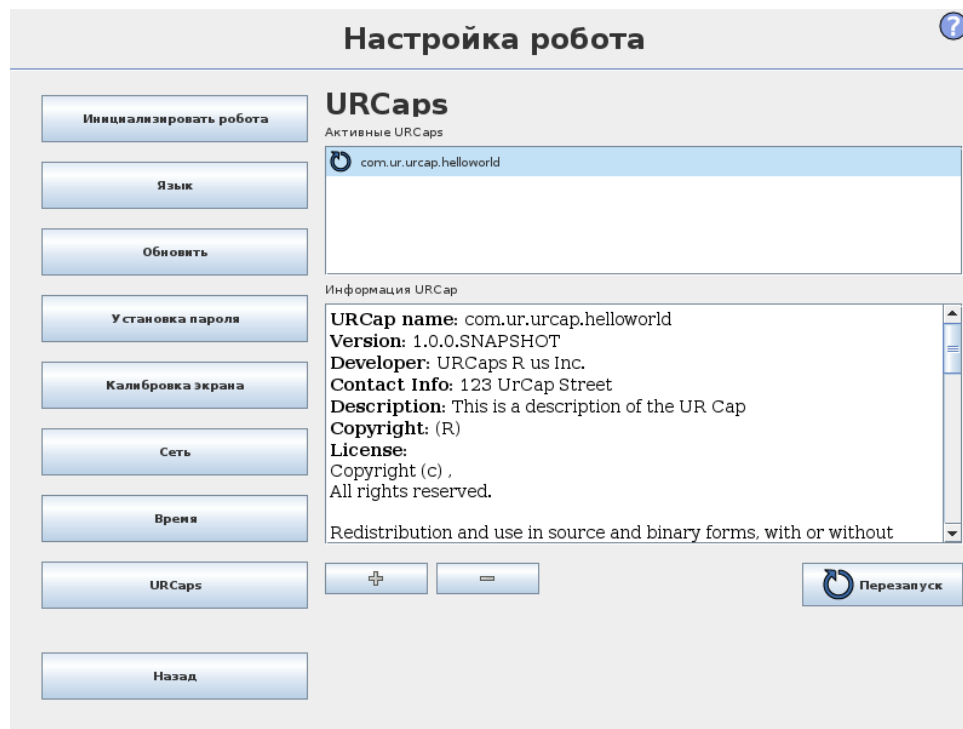
Время

URCaps

Назад

Установите системное время и дату и настройте форматы отображения часов. Часы отображаются в верхней части экранов Запустить программу и Программа робот. При касании часов кратко отобразится текущая дата. Чтобы это изменение вступило в силу, потребуется перезагрузить графический интерфейс пользователя.

15.7 Установка URCaps



В верхнем перечне обзора установленных компонентов представлен URCaps. При щелчке на URCap в поле под списком Информация URCap отображаются мета данные (включая имя URCap, версию, лицензию и т.д.).

Щелкните + кнопку в нижней части экрана для установки нового URCap. Выберите файл .urcap. Щелкните Открыть и в PolyScore отобразится экран установки. Установится выбранный URCap и после этого появится соответствующая запись в списке. При установке или удалении URCaps требуется перезагрузка PolyScore, поэтому кнопка Перезагрузка будет активна.

Чтобы удалить URCap, просто выберите URCap в списке и щелкните - кнопку. При этом URCap пропадет из списка, но все еще будет требоваться перезагрузка.

Значок рядом с записью в списке отображает состояние URCap. Описание различных состояний приведено ниже:

-  URCap ok: URCap установлен и работает нормально.
-  Сбой URCap: URCap установлен, но не может быть запущен. Обратитесь к разработчику URCap.
-  Требуется перезагрузка URCap: URCap установлен и требуется перезагрузка.

Глоссарий

- Категория останова 0:** Движение робота останавливается немедленным прекращением подачи питания на робот. Данное действие является неконтролируемым останом, при котором робот может отклониться от запрограммированного пути по причине максимально быстрого останова сочленений. Данный защитный останов используется в случае превышения предела уровня безопасности или в случае неисправности компонентов системы управления, связанных с безопасностью. Более подробная информация приведена в ISO 13850 и IEC 60204-1.
- Категория останова 1:** Останов робота осуществляется при включенном питании с последующим отключением питания после останова. Данное действие является контролируемым останом, при котором робот продолжит движение по запрограммированному пути. Отключение питания осуществляется сразу же после достижения роботом состояния полной неподвижности. Более подробная информация приведена в ISO 13850 и IEC 60204-1.
- Категория останова 2:** Данное действие является контролируемым останом, при котором отключение питания робота не происходит. Система управления безопасностью контролирует сохранение роботом положения останова. Более подробная информация приведена в IEC 60204-1.
- Категория 3:** Термин Категория не следует путать с термином Категория останова. Категория относится к типу архитектуры, используемой в качестве основы для определенного Уровня производительности. Важное свойство архитектуры Категория 3 — то, что одиночный сбой не приводит к потере функции безопасности. Более подробная информация приведена в ISO 13849-1.
- Уровень производительности:** Уровень производительности (УП) представляет собой дискретный уровень, который используется для определения способности компонентов систем управления, связанных с безопасностью, выполнять функции безопасности в прогнозируемых условиях. ПЛУ относится ко второй наивысшей категории надежности, что обозначает чрезвычайную надежность выполнения функции безопасности. Более подробная информация приведена в ISO 13849-1.
- Диагностический охват (ДО):** является мерой эффективности диагностики, которая используется для достижения номинального уровня производительности. Более подробная информация приведена в ISO 13849-1.
- СВОО:** Среднее время до опасного отказа (СВОО) является расчетным значением на основе испытаний и используется для получения номинального уровня производительности. Более подробная информация приведена в ISO 13849-1.
- Сборщик-интегратор:** Юридическое лицо, которое занимается разработкой окончательной установки робота. Интегратор несет ответственность за проведение окончательной оценки риска и должен обеспечить соответствие окончательной установки местному законодательству и нормативным актам.
- Оценка риска:** Комплексный процесс определения всех рисков и их уменьшения до надлежащего уровня. Требуется выполнить документирование оценки риска. Более подробная информация приведена в ISO 12100.

Совместное программное приложение робота: Термин совместное относится к взаимодействию между оператором и роботом в программном приложении робота. См. точные определения и описания в ISO 10218-1 и ISO 10218-2.

Конфигурация безопасности: Функции и интерфейсы, связанные с безопасностью, конфигурируются с помощью параметров конфигурации безопасности. Они определяются через интерфейс программного обеспечения, см. часть II.

Алфавитный указатель

Symbols

- Блок управления . . . ix, I-29, I-32, I-48, II-41,
II-51, II-66
- Центральная точка инструмента . II-45, II-78
- Дерево программ II-72, II-73
- Деталь II-56
- Деталь инструмента II-56
- Деталь основания II-56
- Движение II-102
- Гарантия I-55
- Характеристика II-63
- Инструкции по безопасности I-49
- Изменение положения II-57
- Конфигурация безопасности I-9
- Контрольная точка . II-78–II-80, II-85, II-104,
II-110
- Контрольные точки II-27
- Кронштейн для установки ix
- Круговое движение II-80
- Манипулятор робота I-29, II-51, II-66, II-101,
II-103, II-106, II-107
- Мастера II-109
- Нагрузка на сочленение II-66
- Настраиваемые входы/выходы I-33
- Нормальный режим II-110
- Обычный II-102
- Оценка безопасности x
- Ограниченный режим II-32
- Основание II-78
- Относительная контрольная точка II-78
- Отслеживание конвейера II-62, II-109
- Ожидание II-87
- Параметры безопасности I-3
- Параметры круговых движений II-81
- ПередЗапуском II-105
- Переменная деталь II-78
- Переменная контрольная точка II-78
- Переменные II-75, II-111
- Переместить . . . II-57, II-58, II-76, II-77, II-79,
II-88, II-105
- Подвесной пульт обучения . . . ix, II-50, II-104
- Подвесной пульт обучения: II-103
- Положение якоря II-105
- ПослеКонца II-105
- Последовательность платформы II-105
- Предупреждающие знаки I-4
- Принудительный режим II-101
- Рама II-102
- Редактор выражений II-98
- Список (шаблон) II-100
- Структура II-109
- Свободный привод II-48, II-103, II-104
- Свободного режима II-50
- Шаблон II-100
- Шаблон Куб II-100
- Шаблон Квадрат II-100
- Шаблон Линия II-100
- Точка II-102
- Установить II-88
- Установка II-52, II-109
- Установочные переменные II-51
- Вход/выход I-29
- Входы и выходы инструмента I-42
- Входы/выходы I-32, I-34
- Входы/выходы безопасности I-33, I-34
- Входы/выходы общего назначения I-33
- Ввод-вывод II-41, II-49, II-51
- блок управления I-67, II-30
- интегратор I-8
- кнопка Тест II-104
- конструкция Оператор ветвления II-98
- контрольная точка II-76
- манипулятор робота I-67
- меню Деталь II-102
- оценка риска I-3, I-8, I-10
- основание II-25
- папка II-90
- переместить II-29
- программа II-29
- руководство по обслуживанию x
- руководство по сценариям x
- стандарт I-67, I-68, I-70
- свободного привода II-57
- всплывающее окно II-88
- ввод-вывод II-29
- запаястью 3 II-25
- зона сочленений II-76

E		MoveP II-57, II-76
Ethernet	I-46	
EtherNet/IP	II-50	
M		P
MODBUS	II-42, II-52, II-54, II-62	PolyScope ... ix, II-25, II-27, II-29, II-91, II-95
MoveJ	II-76	
MoveL	II-57, II-76	U
		URCaps x