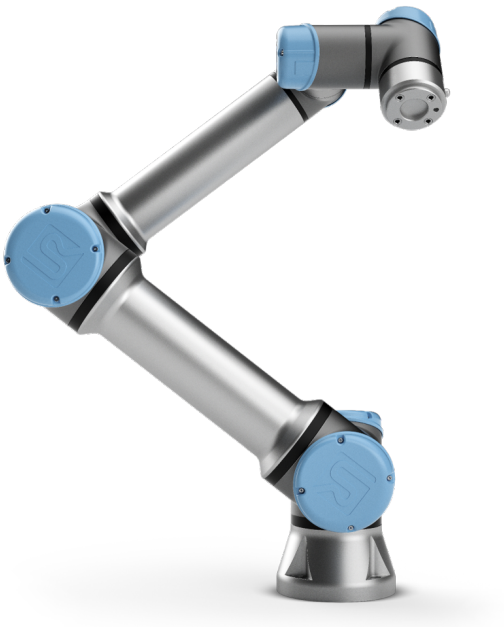
UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots e-Series
Руководство пользователя



UR5e

Перевод оригинальных инструкций (ru)

UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots e-Series
Руководство пользователя

UR5e

Версия 5.5

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 © 2009–2019 Universal Robots A/S

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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Contents

Введение ix
- Содержимое комплекта поставки . . . ix
- Важное примечание о безопасности . . . x
- Порядок использования настоящего руководства . . . x
- Источники дополнительной информации . . . x
  - UR+ . . . xi

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-9
- 1.8 Предварительная оценка . . . I-11
- 1.9 Аварийный останов . . . I-11
- 1.10 Перемещение без питания приводов . . . I-12

2 Функции и интерфейсы безопасности I-13
- 2.1 Введение . . . I-13
- 2.2 Категории останова . . . I-14
- 2.3 Настраиваемая функция безопасности . . . I-14
- 2.4 Функция безопасности . . . I-19
- 2.5 Режимы . . . I-20

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
  - 5.1.1 Кронштейн блока управления . . . I-29
- 5.2 Ethernet . . . I-29
- 5.3 Электрические предостережения и предупреждения . . . I-30
- 5.4 Входы и выходы контроллера . . . I-33

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

5.4.1 Общие требования ко всем цифровым входам/выходам . . . I-34
5.4.2 Входы и выходы системы безопасности . . . I-35
5.4.3 Цифровые входы/выходы общего назначения . . . I-40
5.4.4 Цифровой вход с подключением кнопки . . . I-40
5.4.5 Обмен данными с другими устройствами или ПЛК . . . I-40
5.4.6 Аналоговые входы/выходы общего назначения . . . I-41
5.4.7 Удаленное включение и отключение . . . I-42
5.5 Подключение к электрической сети . . . I-43
5.6 Подключение робота . . . I-45
5.7 Входы и выходы инструмента . . . I-46
5.7.1 Источник питания инструмента . . . I-47
5.7.2 Цифровые выходы инструмента . . . I-48
5.7.3 Цифровые входы инструмента . . . I-49
5.7.4 Аналоговый вход инструмента . . . I-49
5.7.5 Входы и выходы связи инструмента . . . I-50

6 Обслуживание и ремонт I-51
6.1 Инструкции по безопасности . . . I-51

7 Утилизация и окружающая среда I-53

8 Сертификаты I-55
8.1 Сторонняя сертификация . . . I-55
8.2 Сторонняя сертификация поставщика . . . I-56
8.3 Сертификат испытаний, проведенных изготовителем . . . I-56
8.4 Декларации в соответствии с директивами ЕС . . . I-56

9 Гарантии I-57
9.1 Гарантия на изделие . . . I-57
9.2 Отказ от ответственности . . . I-58

A Время и расстояние остановки I-59

B Декларации и сертификаты I-63
B.1 EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010 . . . I-63
B.2 Декларация CE/EU о соответствии компонентов (перевод оригинала) . . . I-65
B.3 Сертификат системы безопасности . . . I-67
B.4 China RoHS . . . I-69
B.5 KCC Safety . . . I-70
B.6 Сертификат климатических испытаний . . . I-71
B.7 Сертификат испытаний на ЭМС . . . I-72

C Применимые стандарты I-73

D Технические характеристики I-79

E Таблицы функций безопасности I-81
E.1 Таблица 1 . . . I-81
E.2 Таблица 2 . . . I-86

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

II Руководство PolyScope II-1

10 Введение II-3
10.1 Базовые знания о PolyScope . . . II-3
10.1.1 Значки/вкладки верхнего колонтитула . . . II-3
10.1.2 Кнопки нижнего колонтитула . . . II-5
10.2 Экран «Начало работы» . . . II-6

11 Быстрый запуск II-7
11.1 Базовые знания о манипуляторе робота . . . II-7
11.1.1 Установка манипулятора робота и блока управления . . . II-7
11.1.2 Включение и выключение блока управления . . . II-8
11.1.3 Включение и выключение манипулятора робота . . . II-8
11.1.4 Инициализация манипулятора робота . . . II-8
11.2 Быстрый запуск системы . . . II-9
11.3 Первая программа . . . II-10
11.4 Регистрация робота и файлы лицензий URCap . . . II-11

12 Выбор рабочего режима II-13
12.1 Рабочие режимы . . . II-13
12.2 3-позиционное устройство включения . . . II-15
12.2.1 Ручное управление на высокой скорости . . . II-15

13 Конфигурация безопасности II-17
13.1 Базовые знания о настройках безопасности . . . II-17
13.1.1 Доступ к конфигурации безопасности . . . II-17
13.1.2 Установка пароля системы безопасности . . . II-18
13.1.3 Изменение конфигурации безопасности . . . II-18
13.1.4 Применение новой конфигурации безопасности . . . II-19
13.1.5 Контрольная сумма безопасности . . . II-19
13.2 Настройки меню безопасности . . . II-19
13.2.1 Пределы робота . . . II-19
13.2.2 Режимы безопасности . . . II-21
13.2.3 Отклонения . . . II-22
13.2.4 Пределы для сочленения . . . II-22
13.2.5 Плоскости . . . II-23
13.2.6 Свободный привод . . . II-26
13.2.7 Обратный проход . . . II-26
13.2.8 Положение инструмента . . . II-26
13.2.9 Направление инструмента . . . II-28
13.2.10 В/В . . . II-30
13.2.11 Аппаратное обеспечение . . . II-32
13.2.12 Безопасное начальное положение . . . II-32

14 Вкладка «Выполнить» II-35
14.1 Программа . . . II-35
14.2 Переменные . . . II-35
14.3 Возраст робота . . . II-36

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

14.4 Переместить робота в положение II-36

15 Вкладка «Программа» II-39
15.1 Дерево программ II-39
15.1.1 Индикация выполнения программы II-40
15.1.2 Кнопка Поиск II-40
15.1.3 Панель инструментов дерева программ II-40
15.1.4 Редактор выражений II-41
15.1.5 Запуск программы с выбранного узла II-41
15.2 Вкладка «Команды» II-42
15.3 Вкладка «Графика» II-44
15.4 Вкладка «Переменные» II-45
15.5 Базовые узлы программы II-45
15.5.1 Перемещение II-45
15.5.2 Направление II-55
15.5.3 Ожидание II-58
15.5.4 Установить II-59
15.5.5 Всплывающее окно II-60
15.5.6 Останов II-60
15.5.7 Комментарий II-61
15.5.8 Папка II-61
15.6 Расширенные узлы программы II-62
15.6.1 Цикл II-62
15.6.2 Если II-62
15.6.3 Подпрограмма II-64
15.6.4 Назначение II-65
15.6.5 Сценарий II-65
15.6.6 Событие II-66
15.6.7 Поток II-67
15.6.8 Завинчивание II-67
15.6.9 Переключатель II-70
15.6.10 Таймер II-71
15.6.11 Начальное II-71
15.7 Шаблоны II-72
15.7.1 Штабелирование II-72
15.7.2 Поиск II-78
15.7.3 Усилие II-80
15.7.4 Отслеживание конвейера II-83
15.8 URCaps II-84
15.8.1 Конфигурация URCap удаленной ЦТИ II-84
15.8.2 Настройка УЦТИ с детали II-85
15.8.3 Типы движений удаленной ЦТИ II-85

16 Вкладка «Установка» II-87
16.1 Общее II-87
16.1.1 Конфигурация ЦТИ II-87
16.1.2 Полезная нагрузка и центр тяжести II-89

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

16.1.3 Монтаж . . . II-91
16.1.4 Настройка ввода-вывода . . . II-92
16.1.5 Переменные . . . II-94
16.1.6 Запуск . . . II-95
16.1.7 Входы и выходы инструмента . . . II-96
16.1.8 Плавный переход между режимами безопасности . . . II-98
16.1.9 Главная . . . II-98
16.1.10 Настройка отслеживания конвейера . . . II-99
16.1.11 Настройка завинчивания . . . II-100
16.2 Безопасность . . . II-102
16.3 Детали . . . II-102
16.3.1 Использование функции . . . II-103
16.3.2 Добавить точку . . . II-104
16.3.3 Добавление линии . . . II-104
16.3.4 Плоскость . . . II-105
16.3.5 Пример: Ручное обновление детали для настройки программы . . . II-106
16.3.6 Пример: Динамическое обновление положении детали . . . II-107
16.4 Fieldbus . . . II-108
16.4.1 Настройка ввода-вывода MODBUS . . . II-108
16.4.2 Ethernet/IP . . . II-111

17 Вкладка «Переместить» II-113
17.1 Перемещение инструмента . . . II-113
17.2 Робот . . . II-113
17.3 Положение инструмента . . . II-114
17.3.1 Меню изменения положения . . . II-115
17.4 Положение сочленения . . . II-116

18 Вкладка «Ввод-вывод» II-119
18.1 Робот . . . II-119
18.2 MODBUS . . . II-120

19 Вкладка «Журнал» II-123
19.1 Показания и нагрузка на сочленение . . . II-123
19.2 Журнал . . . II-123
19.3 Сохранение отчетов об ошибках . . . II-123

20 Менеджер программ и установок II-125
20.1 Открыть... . . . II-125
20.2 Новый... . . . II-126
20.3 Сохранить... . . . II-127
20.4 Диспетчер файлов . . . II-128

21 Меню «Гамбургер» II-129
21.1 Справка . . . II-129
21.2 О программе . . . II-129
21.3 Настройки . . . II-129
21.3.1 Параметры . . . II-129

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

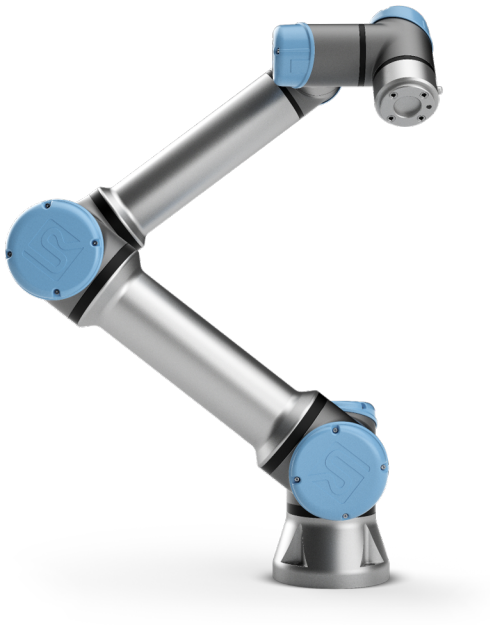
21.3.2 Пароль II-130
21.4 Система II-130
21.4.1 Резервное копирование и восстановление II-130
21.4.2 Обновление II-131
21.4.3 Сеть II-131
21.4.4 Управление файлами URCap II-131
21.4.5 Дистанционное управление II-132
21.5 Выключение робота II-133

Глоссарий II-135

Алфавитный указатель II-137

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Введение



Поздравляем с приобретением нового робота Universal Robots e-Series, UR5e.

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.

С шестью сочленениями и широким диапазоном подвижности, манипуляторы роботов для совместной работы Universal Robots e-Series разработаны для имитации диапазона движения человеческой руки. С помощью нашего патентованного интерфейса для программирования PolyScope можно легко запрограммировать робота для перемещения инструмента и связи с другими машинами с помощью электрических сигналов. Рисунок 1 содержит основные компоненты манипулятора робота и может использоваться в качестве ориентира во всем остальном руководстве.

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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

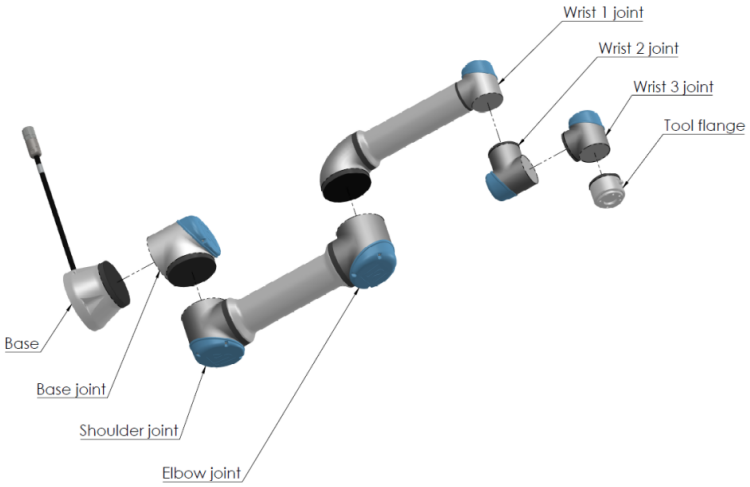


Figure 1: Сочленения, основание и фланец для подсоединения инструмента манипулятора робота.

- кронштейн для установки подвесного пульта обучения
- ключ для открытия блока управления
- сетевой кабель или кабель питания, совместимый с вашим регионом
- 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 PolyScope: 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 PolyScope

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

- Руководство по обслуживанию с указаниями по поиску и устранению неполадок, обслуживанию и ремонту
- Руководство по сценариям для опытных пользователей

UR+

Веб-сайт UR+ (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 UR +, и получить доступ к нашей новой платформе программного обеспечения, которая позволяет создавать более удобные для пользователя продукты для роботов UR.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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 Universal Robots e-Series, 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 e-Series компании Universal Robots 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;

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

- 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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:
Убедитесь в том, что робот и все электрическое оборудование установлено в соответствии с требованиями и предупреждениями, приведенными в главах 4 и 5.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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 должна использоваться только при наличии соответствующей возможности в результате проведения оценки риска.
10. Инструмент/концевые исполнительные органы или препятствия не должны иметь острых граней или зон защемления.
11. Необходимо предупредить всех людей, чтобы их головы и лица находились вне зоны досягаемости робота, который работает или готовится к началу работы.
12. Остерегайтесь перемещения робота при использовании подвесного пульта обучения.
13. Если в ходе оценки рисков определена зона безопасности робота, запрещается входить внутрь нее или касаться робота при работе системы.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

13. 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.
14. 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.
15. В случае приобретения робота с дополнительным блоком (например, интерфейсом euromap67) обратитесь к соответствующему руководству для получения информации о таком блоке.
16. Убедитесь, что пользователи робота осведомлены о расположении кнопки(-ок) аварийного останова и о методах активации аварийного останова в внештатных ситуациях.

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. Перед тем, как начать работу с роботом или прикасаться к нему, вы можете проверить температуру на экране журнала или позволить ему охладиться, оставив его выключенным на один час.
2. Запрещается касаться компонентов, расположенных за внутренним кожухом блока управления.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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.
2. Запрещается подвергать робота постоянному воздействию магнитных полей. Очень сильные магнитные поля могут повредить робота.

1.6 Предусмотренное применение

Роботы e-Series компании Universal Robots 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 B и D.

Роботы e-Series компании Universal Robots 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

ВНИМАНИЕ:

- Данный промышленный робот может быть использовать в соответствии с предусмотренным применением и особыми указаниями руководства пользователя.
- Изделие не разработано и не предназначено для использования в опасной или взрывоопасной среде.
- Изделие не разработано и не предназначено для использования в медицине в непосредственной близости от пациентов.
- Запрещается любое использование или применение, которое является отклонением от предусмотренного применения, спецификациям и сертификатам, так как это может привести к смерти, травмам и/или ущербу имущества.

КОМПАНИЯ UNIVERSAL ROBOTS ОТКАЗЫВАЕТСЯ ОТ ВЫРАЖЕННЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ СООТВЕТСТВИЯ ДЛЯ ЛЮБОГО НЕЦЕЛЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.

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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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 сочленения, локтя и инструмента/концевого исполнительного органа: Особенно используются для уменьшения рисков, связанных с определенных частями тела. Например, во избежание движений по направлению к голове и шее.
- Ограничение ориентации 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. Порезы кожи об острые края и острые концы инструмента/концевого исполнительного органа и разъема для инструмента/концевого исполнительного органа.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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

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

1.8 Предварительная оценка

Следующие тесты необходимо выполнять перед первым использованием робота или после внесения изменений. Убедитесь, что все входы и выходы безопасности соединены надлежащим образом. Убедитесь, что все входы и выхода безопасности находятся в исправном состоянии, в том числе устройства, общие для нескольких станков и роботов. Выполните следующие действия:

- Убедитесь, что кнопки аварийного останова и входные сигналы останавливают робота и задействуют тормоза.
- Убедитесь, что вход предохранительного останова останавливает движение робота. Если настроена функция предохранительного сброса, то проверьте, что ее необходимо активировать перед продолжением движения робота.
- Проверьте экран инициализации, чтобы убедиться, что ограниченный режим может переключить с безопасного режим на ограниченный режим.
- Убедитесь, что рабочий режим переключает рабочие режимы, см. значок в верхнем правом углу пользовательского интерфейса.
- Убедитесь, что необходимо нажать 3-позиционное устройство включения, чтобы включить управление движениями в ручном режиме, и робот работает с пониженной скоростью.
- Убедитесь, что выходы аварийного останова системы способны перевести всю систему в безопасное состояние.
- Убедитесь, что система, которая подключена к выходу ВкРобот перемещаетсяВнь, выходу ВкРобот не останавливаетсяВнь, выходу ВкОграниченный режимВнь или выходу ВкНе ограниченный режимВнь, может определить изменения выхода

1.9 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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 5.4.2).

1.10 Перемещение без питания приводов

В редких случаях экстренных ситуаций, когда необходимо переместить сочленение робота и при этом подача питания на робота невозможна или нежелательна, обратитесь к местному дистрибьютору Universal Robots.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

2 Функции и интерфейсы безопасности

2.1 Введение

Роботы Universal Robots e-Series оснащены различными встроенными функциями безопасности, а также входами/выходами безопасности, цифровыми и аналоговыми сигналами управления и дополнительными устройствами защиты. Каждая функция и вход/выход безопасности построены согласно EN ISO13849-1:2008 (сертификаты см. в главе 8) с уровнем производительности d (ПЛУ), используя архитектуру категории 3.

Конфигурацию функций, входов и выходов, безопасности в пользовательском интерфейсе, смотрите в главе 13 в части II. Порядок подключения предохранительных устройств к входу/выходу см. в главе 5.

ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Использование и конфигурация функций и интерфейсов безопасности может происходить только после процедур оценки рисков каждого применения робота. (см. главу 1 раздел 1.7)
2. В случае обнаружения роботом неисправности или нарушения в системе безопасности (например, в результате обрыва одного из проводов в цепи аварийного останова или нарушения пределов безопасности) происходит останов категории 0.
3. В рамках оценки рисков применения робота следует принять во внимание время останова

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

ОПАСНОСТЬ:

1. Использование параметров конфигурации безопасности, которые отличаются от параметров, определенных оценкой рисков может привести к опасностям, которые неустранимы в достаточной степени, или к рискам, которые недостаточно снижены
2. Убедитесь, что инструменты и захваты подсоединены надлежащим способом, чтобы при нарушения подачи питания не возникла опасность
3. 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
4. Концевой исполнительный орган не защищен системой безопасности UR. Не контролируется функционирование концевого исполнительного органа и/или соединительного кабеля

2.2 Категории останова

В зависимости от обстоятельств робот может задействовать три заданных типа категорий останова согласно требованиям IEC 60204-1. Данные категории описаны в следующей таблице.

Категория останова	Описание
0	Остановить робота посредством незамедлительного отключения питания.
1	Остановить робота в нормальном и управляемом режиме. Отключить питание после полной остановки робота.
2	*Остановить робота, не отключая подачу питания на приводы и сохраняя траекторию. Подача питания на приводу сохраняется после остановки робота.

Примечание: *Останов категории 2 роботов Universal Robots подробно описаны в качестве останов SS1 или SS2 согласно IEC 61800-5-2.

2.3 Настраиваемая функция безопасности

Функции безопасности роботов Universal Robots, перечисленные в таблице ниже, расположены в роботе, но предназначены для управления системы робота, например, робота с установленным инструментом/концевым исполнительным органом. Функции безопасности робота используются для снижения рисков системы робота, которые определены при оценке рисков. Положение

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

и скорость относительно основания робота.

Функция безопасности	Описание
Предел положения сочленения	Устанавливает верхний и нижний пределы для допустимого положения сочленений.
Предел скорости сочленения	Устанавливает верхний предел скорости сочленения.
Безопасные плоскости	Определяет плоскости в пространстве, которые ограничивают положение робота. Плоскости безопасности ограничивают только инструмент/концевой исполнительный орган или инструмент/концевой исполнительный орган с локтем.
Ориентация инструмента	Определяет допустимые пределы ориентации инструмента.
Предел скорости	Ограничивает максимальную скорость робота. Скорость ограничена на локте, на фланце для соединения инструмента/концевого исполнительного органа и в центре пользовательского положения инструмента/концевого исполнительного органа.
Предел усилия	Ограничивает максимальное усилие инструмента, которое инструмент/концевой исполнительный орган и локоть робота прилагает при зажатии. Усилие ограничено на фланце для подсоединения локтя, на инструменте/концевом исполнительном органе и в центре пользовательского положения инструмента/концевого исполнительного органа.
Предел момента	Ограничивает максимальный момент робота.
Предел мощности	Ограничивает механическую работу робота.
Предел времени останова	Ограничивает максимальное время, которое требуется роботу для останова после запуска защитного останова.
Предел расстояния останова	Ограничивает максимальное расстояние, которое проходит робот после запуска защитного останова.

При выполнении оценка рисков применения необходимо принять во внимание движение робота после запуска останова. Для упрощения данного процесса можно использовать функции безопасности Предел времени останова и Предел расстояния останова. Данные функции безопасности динамично снижают скорость движения робота, чтобы робота можно было остановить в заданных пределах. Крайне важно учесть, что пределы положения сочленений, плоскости безопасности и пределы ориентации инструмента/концевого исполнительного органа принимают во внимание предполагаемый ход расстояния останова, например, скорость движения робота снизится до достижения предела.

Функциональную безопасность можно кратко описать следующим образом:

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Функция безопасности	Допуск	Уровень производительности	Категория
Аварийный останов	–	d	3
Предохранительный останов	–	d	3
Предел положения сочленения	5 °	d	3
Предел скорости сочленения	1.15 °/s	d	3
Безопасные плоскости	40 мм	d	3
Ориентация инструмента	3 °	d	3
Предел скорости	50 мм/с	d	3
Предел усилия	25 Н	d	3
Предел момента	3 кгм/с	d	3
Предел мощности	10 Вт	d	3
Предел времени останова	50 мс	d	3
Предел расстояния останова	40 мм	d	3
Безопасное начальное положение	1.7 °	d	3

ВНИМАНИЕ:
Существуют два исключения в работе функции ограничения усилия, на которые следует обратить внимание при проектировании использования робота (рис. 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/концевой исполнительный орган расположен близко к основанию и перемещается вокруг основания, может стать причиной образования больших усилий при низкой скорости. Избежать рисков защемления возможно 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

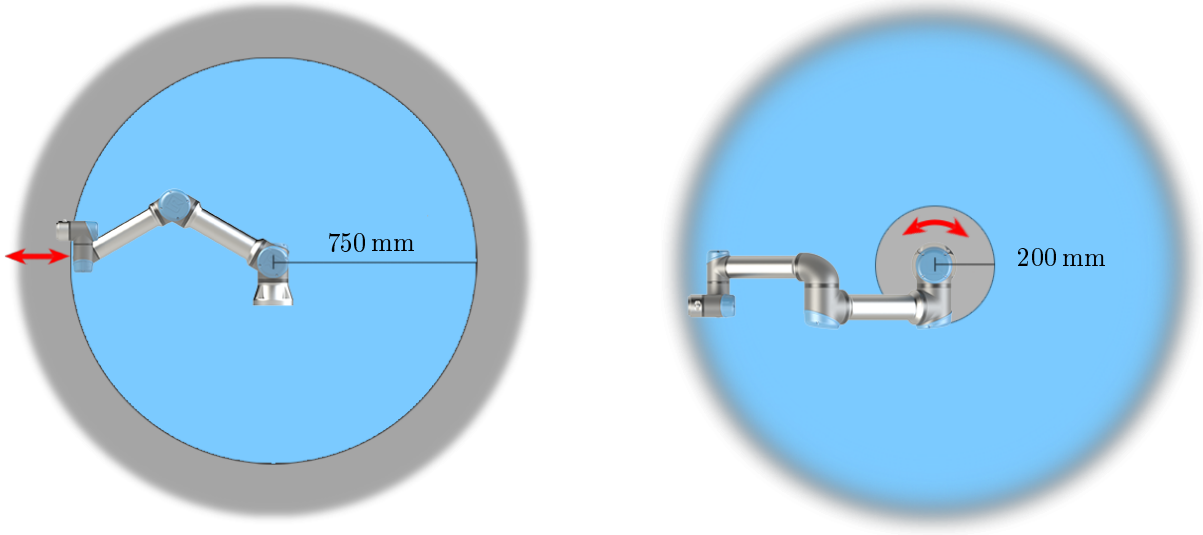


Figure 2.1: Определенным рабочим зонам должно быть уделено особое внимание относительно угроз защемления, связанных с физическими свойствами манипулятора робота. Одна зона (слева) отведена под радиальные перемещения, при которых запястье 1 сочленения находится на расстоянии менее 750 мм от основания робота. Другая зона (справа) находится в пределах 200 мм от основания робота в случае перемещения по касательной.

ВНИМАНИЕ:
Если робот используется в ручных приложениях (с управлением рукой) с линейными перемещениями, совместное ограничение скорости должно быть установлено на макс. 250 мм/с для инструмента/концевого исполнительного органа и локтя, если оценка риска показывает, что более высокие скорости являются приемлемыми. Это предотвратит быстрые перемещения локтя робота вблизи сингулярностей.

Робот также оснащен следующими входами безопасности:

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Вход безопасности	Описание
Кнопка аварийного останова	Выполнение останова категории 1 с одновременным информированием другого оборудования от выхода Аварийного останова системы, если задано значение данного выхода.
Аварийный останов робота	Выполнение останова категории 1 через вход блока управления с одновременным информированием другого оборудования от выхода Аварийного останова системы, если задано значение данного выхода.
Аварийный останов системы	Выполнение останова категории 1 только робота.
Предохранительный останов	Выполнение останова категории 2.
Предохранительный сброс	Возобновление из состояния Предохранительного останова в случае срабатывания переднего фронта на входе предохранительного сброса.
Ограниченный режим	Переход системы безопасности к использованию ограничений Ограниченного режима.
3-позиционное устройство включения	Запускает Предохранительный останов, если устройство включения полностью сжато или полностью отпущено. Останов 3-позиционного устройства включения срабатывает, когда сигнал входа становится низким. Предохранительный сброс не действует на него.
Рабочий режим	Переключает между рабочими режимами. Робот будет находиться в автоматическом режиме при низком сигнале входа и в ручном режиме при высоком сигнале входа.
Предохранительный останов автоматического режима	Выполняет останов категории 2 в автоматическом режиме.
Предохранительный сброс авто. режима	Возвращается из состояния Предохранительного останова автоматического режима в случае срабатывания переднего фронта на входе предохранительного сброса автоматического режима.

Для взаимодействия с другим оборудованием робот оснащен следующими выходами безопасности:

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Выход безопасности	Описание
Аварийный останов системы	При низком логическом значении данного сигнала вход аварийного останова робота имеет низкое логическое значение или нажата кнопка аварийного останова.
Робот перемещается	Пока данный сигнал логически высокий, ни одно сочленение 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	Низкий логический уровень при нахождении системы безопасности не в Ограниченном режиме.
Безопасное начальное положение	Высокий логический уровень при нахождении робота в безопасном начальном положении.

Все входы/выходы безопасности являются двухканальными, то есть они безопасны при низком значении (например, аварийный останов активен при низком сигнале).

2.4 Функция безопасности

Система безопасности задействована, если нарушен предел безопасности или запущен аварийный или предохранительный останов.
Реакция системы безопасности:

Срабатывание	Реакция
Аварийный останов	Категория останова 1.
Предохранительный останов	Категория останова 2.
Нарушение предела	Категория останова 0.
Обнаружение неисправности	Категория останова 0.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Если система безопасности обнаружит ошибку или нарушение, то все выходы безопасности будут сброшены на низкое значение.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

2.5 Режимы

Нормальный и ограниченный режимы Система безопасности имеет два настраиваемых режима: Нормальный и Ограниченный режимы. Возможно выполнить настройку пределов безопасности для каждого из данных двух режимов. Ограниченный режим активен в случае расположения инструмента/концевого исполнительного органа робота с краю ограниченного режима Ограниченного режима при срабатывании или в случае его активации настраиваемым входом.

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 значение 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, вне 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 PolyScope (см. часть II Руководство PolyScope). Ниже приведены пределы безопасности в режиме восстановления:

Функция безопасности	Предел
Предел скорости сочленения	30 °/s
Предел скорости	250 мм/с
Предел усилия	100 Н
Предел момента	10 кг м/с
Предел мощности	80 Вт

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

ВНИМАНИЕ:
Пределы для положения сочленения, плоскостей безопасности и ориентации инструмента/концевого исполнительного органа в режиме восстановления отключены. Необходимо соблюдать меры предосторожности при возврате манипулятора робота в диапазон пределов.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

3 Транспортировка

Робот и блок управления поставляются калиброванным комплектом. Не разделяйте их, так как потребуется повторная калибровка.

Транспортировку робота необходимо производить только в оригинальной упаковке. Необходимо хранить упаковочный материал в сухом месте, если вы в дальнейшем хотите переместить робота.

При транспортировке робота из упаковки в место установки держите одновременно обе трубы манипулятора робота. Зафиксируйте робота до окончательной затяжки всех болтов крепления в основании робота.

Поднимите блок управления за его рукоятку.

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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

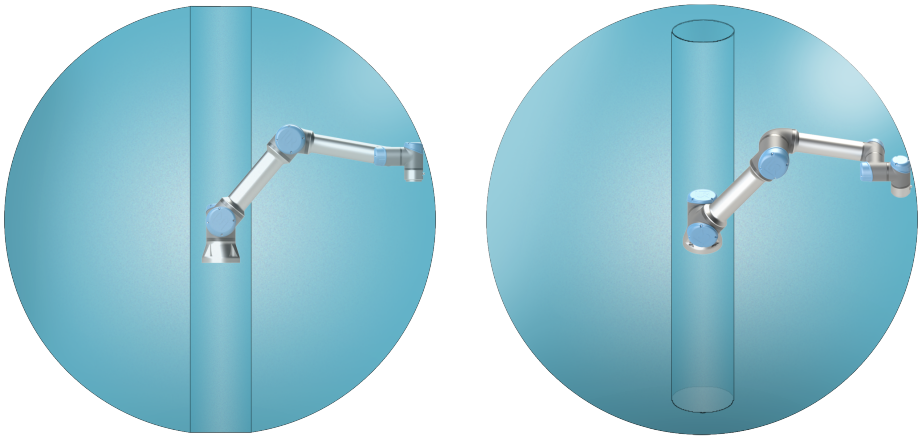
4 Механический интерфейс

4.1 Введение

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

4.2 Рабочая зона робота

Рабочая зона UR5e робота увеличивается 850 mm от сочленения на основании. При выборе места для монтажа робота необходимо учесть цилиндрическое пространство непосредственно над и непосредственно под основанием робота. Избегайте 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 снижает производительность робота и усложняет выполнение оценки рисков.



Спереди Под углом

4.3 Монтаж

Манипулятор робота Для монтажа робота используются четыре болта класса прочности 8.8 M8 и четыре отверстия для монтажа 8.5 mm в основании робота. Болты должны быть затянуты с моментом затяжки 20 N m.

Для точного расположения манипулятора робота воспользуйтесь двумя отверстиями Ø8, установив в них штифты. Примечание: В качестве дополнения вы можете приобрести точный контршаблон основания. На рис. 4.1 показаны точки, в которых требуется просверлить отверстия для установки винтов.

Монтаж робота необходимо производить на прочной свободной от вибраций 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. Если робот установлен на линейной оси или движущейся платформе, то ускорение

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

движения основания установки должно быть очень низким. Высокое ускорение может привести к аварийному останову робота.

ОПАСНОСТЬ:
Убедитесь, что манипулятор робота надежно и безопасно закреплен. Неустойчивая установка может привести к травмам или повреждениям.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:
Установка робота должна проходить в условиях, отвечающих требованиям класса защиты. Запрещается эксплуатация робота в условиях, которые не соответствуют классу защиты робота (IP54), подвесного пульта обучения (IP54) и блока управления (IP44)

Инструмент Во фланце робота для подсоединения инструмента имеются четыре отверстия с резьбой M6 для установки инструмента робота. Болты M6 должны быть затянуты с моментом затяжки 8 Н м, класс прочности 8.8. Для точного расположения инструмента используйте штифт в Ø6 отверстии. На рис. 4.2 показаны габариты фланец для подсоединения инструмента и схема расположения отверстий на нем. Рекомендуется использовать овальное отверстие с радиальным расположением, чтобы избежать чрезмерного напряжения на штифт, удерживая точное положение. Запрещается использовать болты длиной больше 8 мм при монтаже инструмента. Слишком длинные болты M6 могут давить на нижнюю часть фланца для подсоединения инструмента и привести к короткому замыканию в роботе.

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.
3. Болты M6 длиннее 8 мм, используемые при установке инструмента на робот, могут войти слишком глубоко в фланец для подсоединения инструмента и привести к необратимым повреждениям, которые могут быть устранены только заменой конечного сочленения.

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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

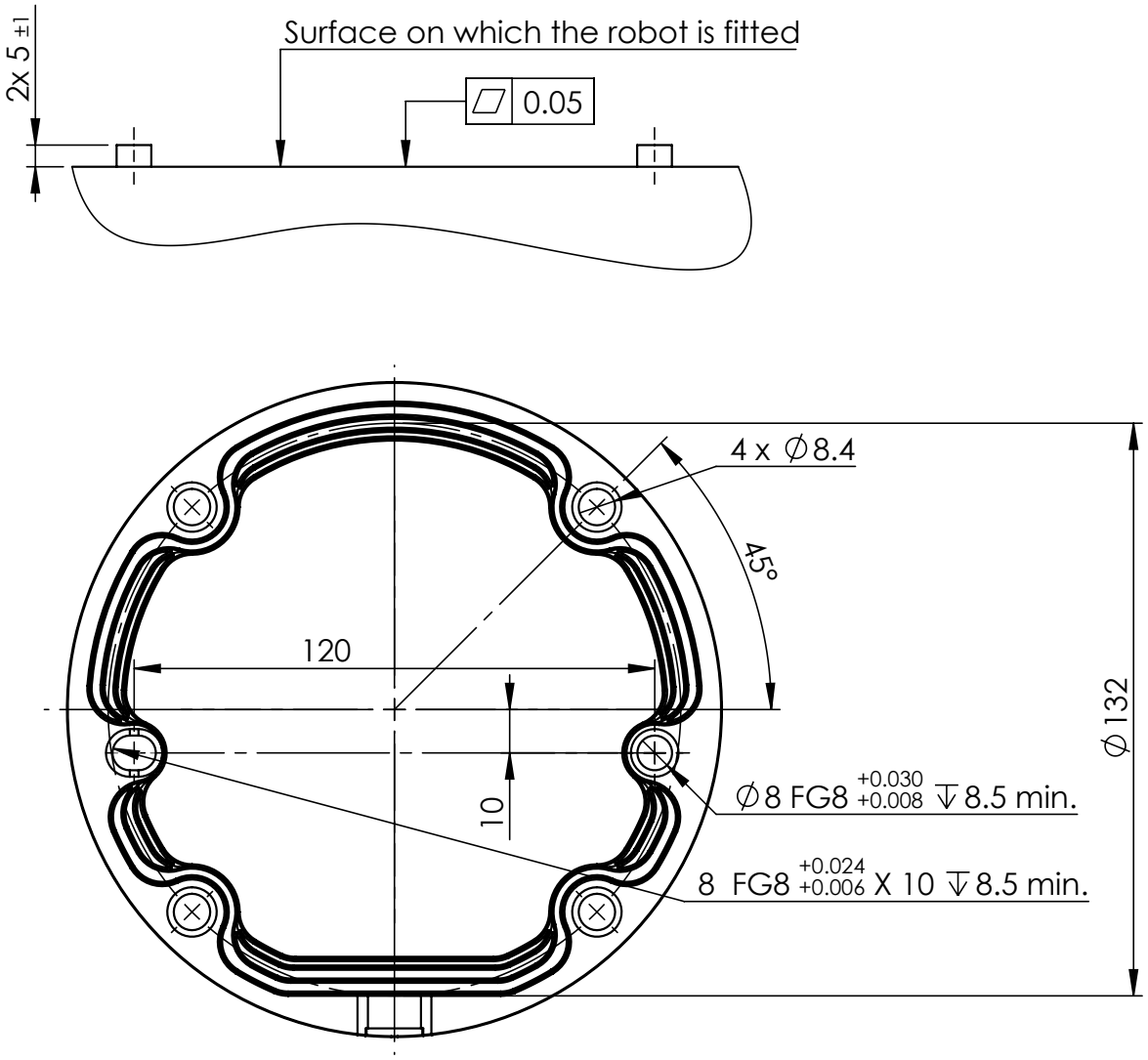


Figure 4.1: Отверстия для монтажа робота. Используются четыре M8 болта. Все измерения приведены в мм.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

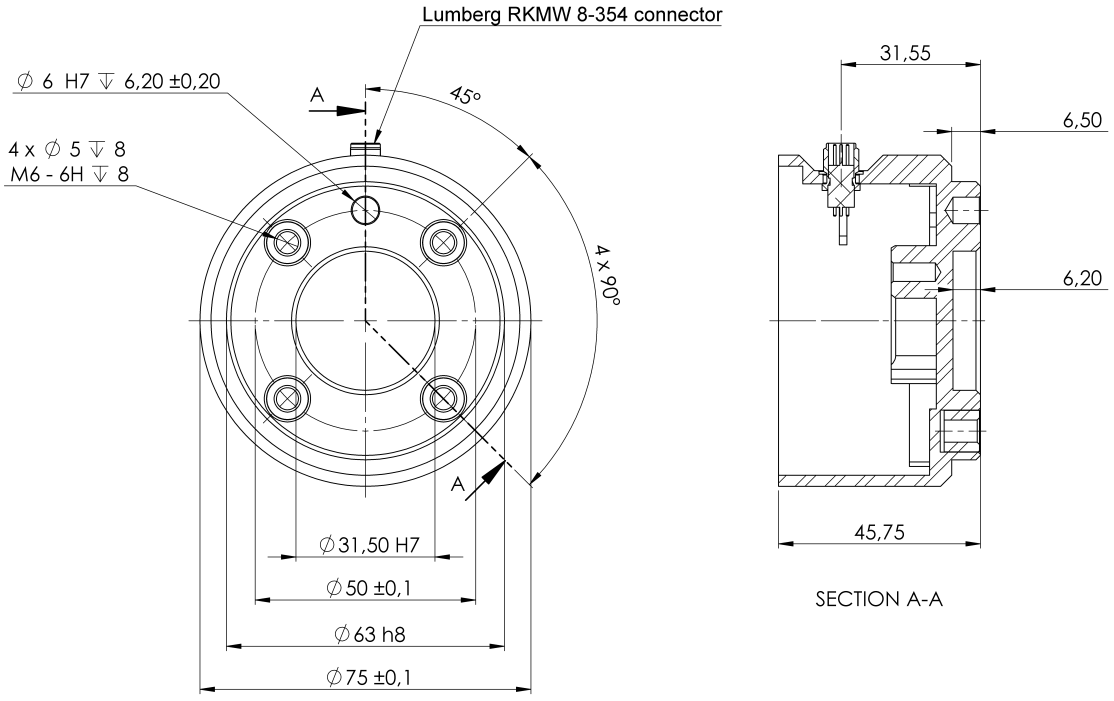


Figure 4.2: Фланец для подсоединения инструмента (ISO 9409-1-50-4-M6) находится в том месте, где установлен наконечник робота. Все измерения приведены в мм.

Подвесной пульт обучения Подвесной пульт обучения можно повесить на стену или на блок управления. Убедитесь, что кабель не создает опасности споткнуться.

Примечание: вы можете приобрести дополнительные кронштейны для монтажа блока управления и подвесного пульта обучения.

ОПАСНОСТЬ:

1. Убедитесь, что блок управления, подвесной пульт обучения и кабели не контактируют с водой. Влага в блоке управления может привести к смертельной травме.
2. Условия расположения подвесного пульта обучения (IP54) и блока управления (IP44) должны соответствовать их классу защиты.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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 добавленной полезной нагрузки.

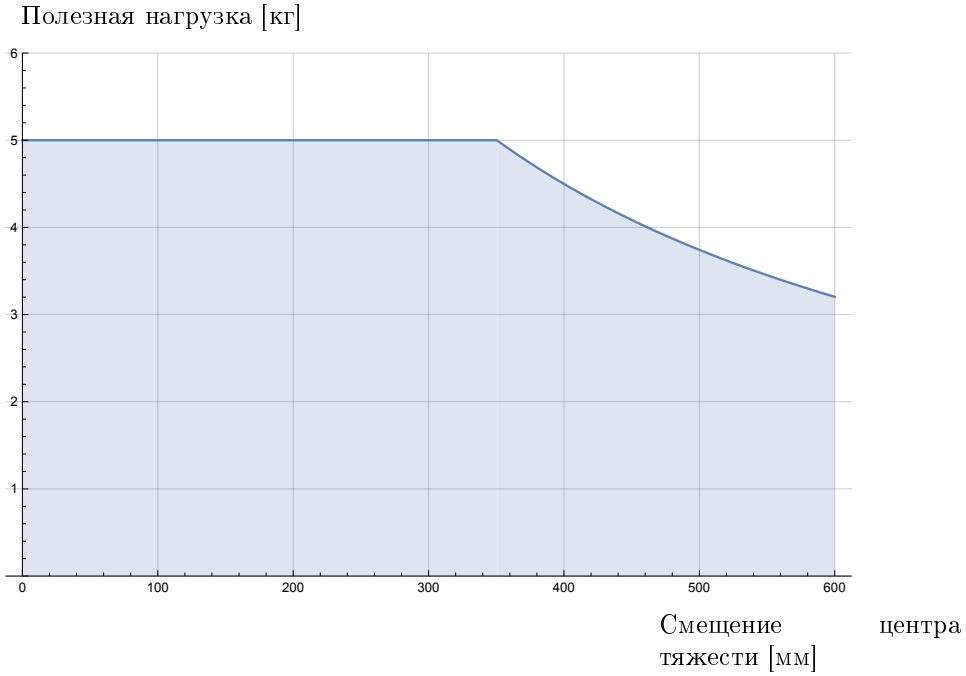


Figure 4.3: Соотношение между максимально допустимой полезной нагрузкой и смещением центра тяжести.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

5 Электрический интерфейс

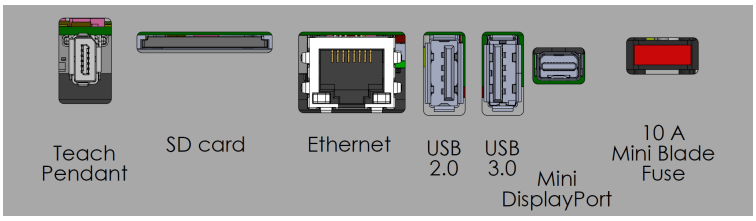
5.1 Введение

В данном разделе содержится описание групп электрических интерфейсов манипулятора робота и блока управления. Примеры приведены для большинства типов сигналов входа/выхода. Термин вход/выход относится к цифровым и аналоговым сигналам управления, поступающим из групп электрического интерфейса и передающимся в интерфейс.

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

5.1.1 Кронштейн блока управления

С нижней стороны групп интерфейса входа и выхода находится скоба с портами для подключения дополнительных устройств (см. рисунок ниже). Основание блока управления имеет отверстие с крышкой для простого подключения (см. 5.2).
Функция Mini Displayport поддерживает мониторы с портом Displayport и требует наличия активного преобразователя MiniDisplay в DVI или HDMI для подключения мониторов с помощью интерфейса DVI/HDMI. Пассивные преобразователи не работают с портами DVI/HDMI.



Примечание: Предохранитель типа Mini должен иметь маркировку UL с максимальным номинальным током: 10 A и минимальное номинальное напряжение: 32 В

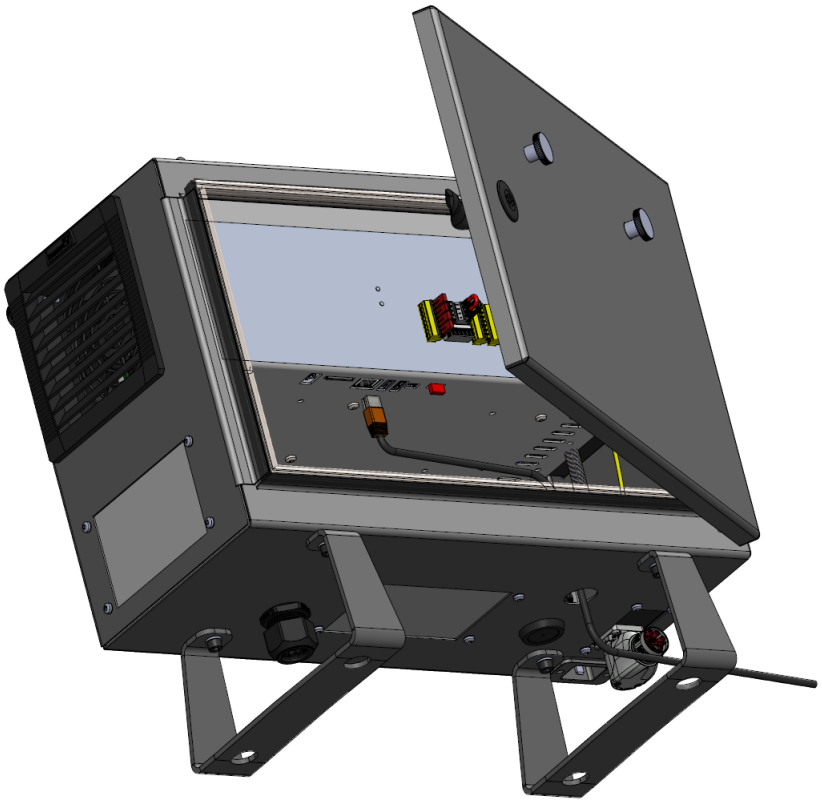
5.2 Ethernet

Интерфейс Ethernet может использоваться со следующими протоколами:

- MODBUS, EtherNet/IP и PROFINET (см. часть II).
- Удаленный доступ и управление.

Для подсоединения кабеля Ethernet через отверстие в основании блока управления и подключения его в Ethernet-порт с нижней стороны скобы.
Замените крышку в основании блока управления соответствующим кабельным вводом, чтобы подсоединить кабель с Ethernet-портом.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



Электрические требования приведены в таблице ниже.

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

5.3 Электрические предостережения и предупреждения

Соблюдайте следующие предостережения во время работы со всеми перечисленными группами электрическими интерфейсами, а также после проектирования и установки программного приложения робота.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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 5.4.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

ОПАСНОСТЬ:

1. Убедитесь в том, что все оборудование, незащищенное от воздействия воды, остается в сухости. При проникновении воды в изделие отключите все питание и установите предупредительные маркировки, затем обратитесь за помощью в местную обслуживающую организацию Universal Robots.
2. Используйте только оригинальные кабели, входящие в комплект поставки робота. Не используйте робота в случаях возможного изгиба кабеля.
3. Отрицательные соединения считаются соединениями электрического заземления (GND) и подключаются к корпусу робота и блока управления. Все упомянутые разъемы заземления предназначены только для питания и передачи сигналов. Для защитного заземления допускается использовать только винтовое соединение размером M6, 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 входам/выходам 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

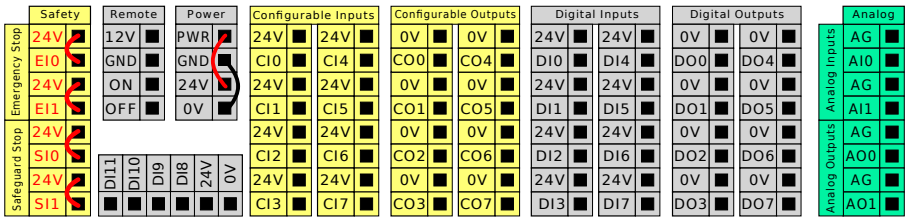
1. Робот прошел испытания на соответствие международным стандартам IEC на электромагнитную совместимость (ЭМС). Сигналы помех, уровень которых превышает заданный в соответствующих стандартах IEC, может привести к неожиданному поведению робота. Сигналы чрезвычайно высокого уровня или чрезмерной интенсивности 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 дополнительные испытания.

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

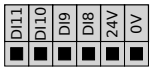
5.4 Входы и выходы контроллера

Входы и выходы внутри блока управления могут быть использованы для подключения оборудования различного назначения, в том числе пневматические реле, ПЛК и кнопка аварийного останова.

На рисунке ниже показано расположение групп электрического интерфейса внутри блока управления.



Примечание: Горизонтальный блок цифрового входа (DI8-DI11), показан ниже, можно использовать для квадратурной кодировки отслеживания конвейера (см. 5.4.1) для входных сигналов такого типа.



Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Необходимо соблюдать и поддерживать обозначения цветовой схемы, перечисленные ниже.

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

В графическом пользовательском интерфейсе возможно настроить настраиваемые входы/выходы в качестве входов/выходов безопасности или входов/выходов общего назначения (см. часть II).

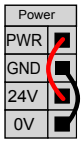
5.4.1 Общие требования ко всем цифровым входам/выходам

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

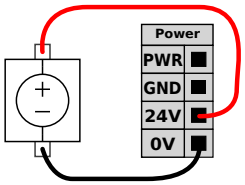
- Входы/выходы безопасности.
- Настраиваемые входы/выходы.
- Входы/выходы общего назначения.

Установите робота в соответствиями с электротехническими требованиями. Данные требования применимы ко всем трем входам.

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.



Примечание: Если требуется использование больших значений тока, подключите внешний источник 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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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

Клеммы	Параметр	Мин.	Тип	Макс.	ЕИ
Цифровые выходы					
[COx / DOx]	Ток*	0	-	1	A
[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 A	-	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

*Для резистивных или индуктивных нагрузок не более одного часа.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Настраиваемыми являются входы/выходы, которые настраиваются в качестве обычных или безопасных. Такие контакты обозначены желтым цветом с черным текстом.

5.4.2 Входы и выходы системы безопасности

В данном разделе содержится описание специальный вход безопасности (желтый контакт с красным текстом) и настраиваемых входов/выходов (желтые контакты с черным текстом) в режиме входов/выходов безопасности. См. общие требования ко всем цифровым входам/выходам в разделе 5.4.1.
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 приведет к отказу функции безопасности.

Используются два типа постоянных входов безопасности:

- Аварийный останов робота только для оборудования аварийного останова
- Предохранительный останов для другого защитного оборудования безопасности.

Функциональные отличия приведены ниже.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

	Аварийный останов	Предохранительный останов
Робот прекращает движение	Да	Да
Выполнение программы	Приостанавливается	Приостанавливается
Питание привода	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

Используйте настраиваемые входы/выходы 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).

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.

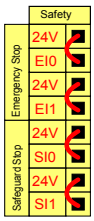
Фильтрация сигналов OSSD

Все сконфигурированные и постоянные входы безопасности проходят фильтрацию, чтобы можно было использовать предохранительные устройства OSSD с длинной импульса менее 3 мс. На входах безопасности каждую миллисекунду происходит отбор образца, и состояние входа определяется по наиболее частому входному сигналу за последние 7 миллисекунд.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

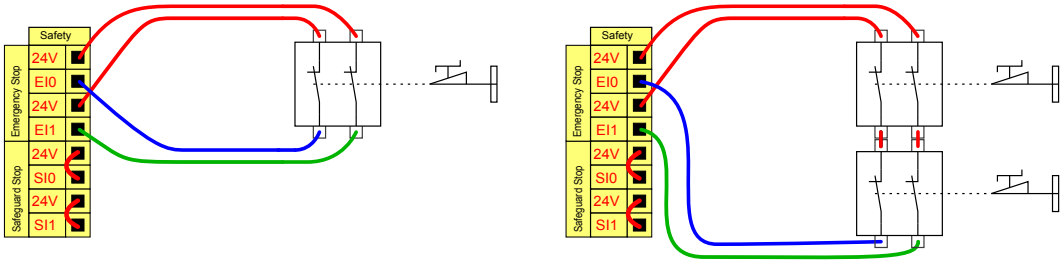
Конфигурация безопасности по умолчанию

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



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.

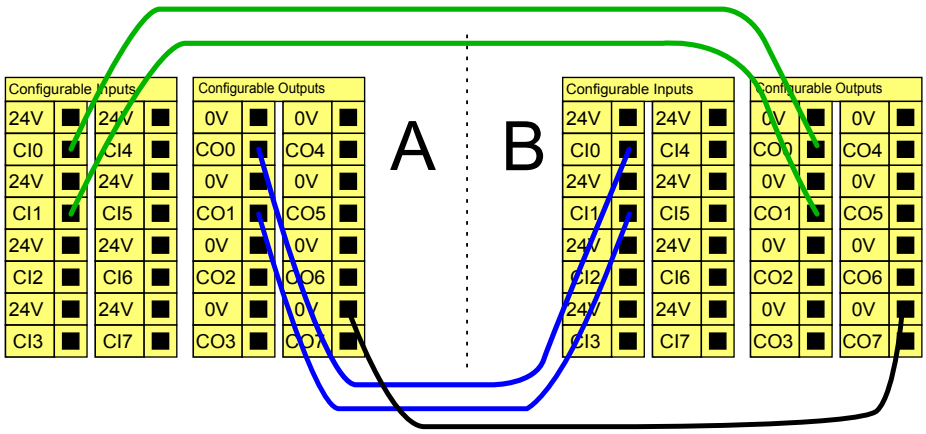


Совместное использование аварийного останова на нескольких устройствах

Возможно настроить совместную функцию аварийного останова робота и другого оборудования посредством настройки следующих функций входа/выхода через графический интерфейс. Вход аварийного останова робота не должен быть использован для совместного использования. В случае необходимости подключения более двух роботов UR или других устройств управление сигналами аварийного останова должно осуществляться устройством аварийной защиты на базе ПЛК.

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

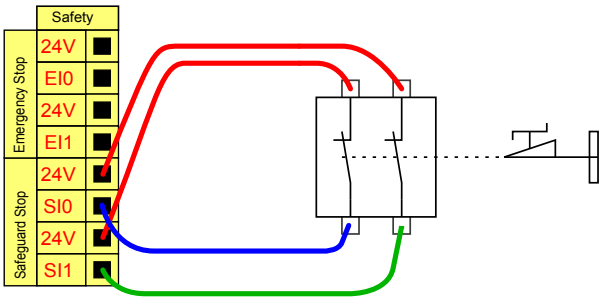
На рисунке ниже показано совместное использование двумя роботами UR функций аварийного останова. В данном примере используются настраиваемые входы/выходы CI0-CI1 и CO0-CO1.



Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

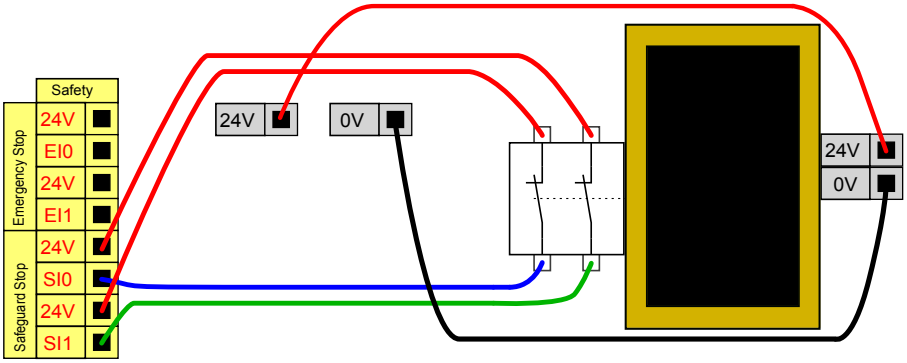
Предохранительный останов с автоматическим возобновлением работы

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 используются 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).



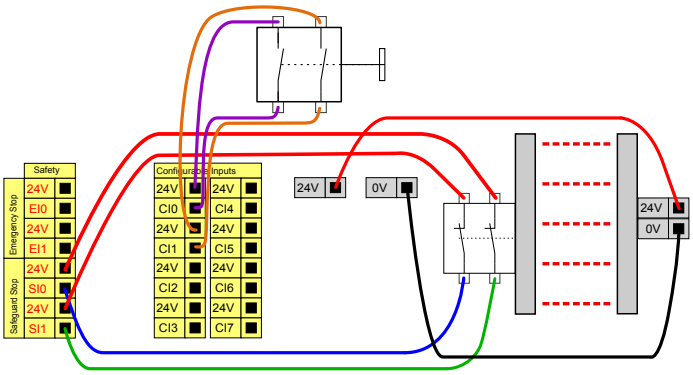
ОПАСНОСТЬ:

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

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 CI0-CI1(см. ниже).

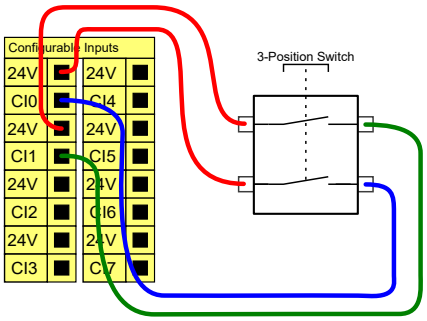
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



3-позиционное устройство включения

На рисунке ниже показан способ подключения трехпозиционного устройства включения. См. раздел 12.2, чтобы узнать больше о трехпозиционном устройстве включения.

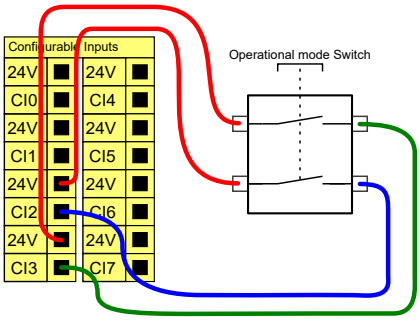
ПРИМЕЧАНИЕ:
Система безопасности Universal Robots не поддерживает использование нескольких сторонних трехпозиционных устройств включения.



ПРИМЕЧАНИЕ:
Два входных канала для входа трехпозиционного устройства включения имеют допуск рассогласования 1 с.

Переключатель режима работы

На рисунке ниже показан переключатель режима работы. См. раздел 12.1, чтобы узнать больше о режимах работы.



Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

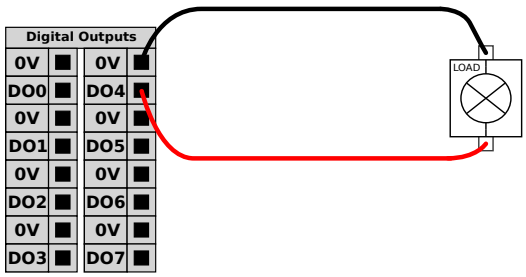
5.4.3 Цифровые входы/выходы общего назначения

В данном разделе содержится описание входов/выходов общего назначения 24 В (серые контакты) и настраиваемых входов/выходов (желтые контакты с черным текстом) не в режиме входов/выходов безопасности. Необходимо ознакомиться с общими требованиями в разделе 5.4.1.

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, см. часть 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.

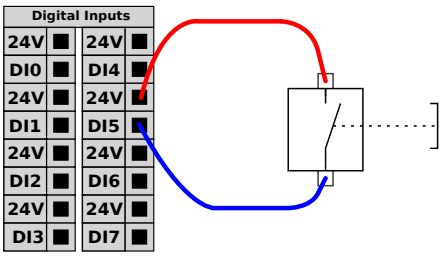
Нагрузка с управлением по цифровому выходу

В данном примере отображено управление нагрузки по цифровому выходу после подключения.



5.4.4 Цифровой вход с подключением кнопки

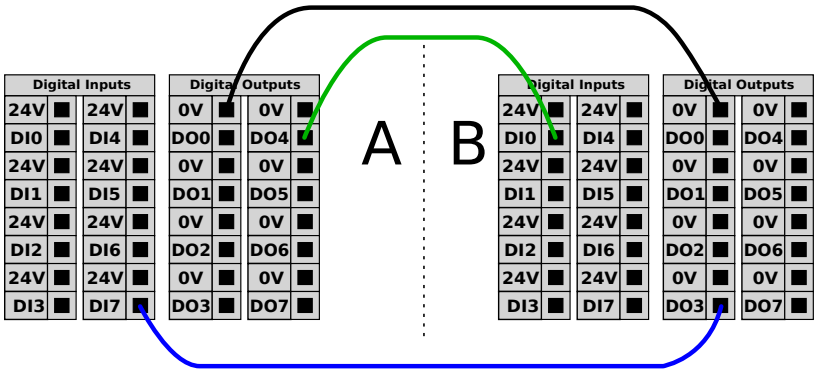
Данный пример показывает подключение обычной кнопки к цифровому входу.



5.4.5 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



5.4.6 Аналоговые входы/выходы общего назначения

Для подключения аналогового интерфейса предназначен зеленый контакт. Он используется для установки или измерения напряжения (0-10 В) или тока (4-20 мА) к и от другого оборудования.

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 (GND) клеммы питания Power.
- Используйте оборудование, работающее в режиме тока. Сигналы тока менее подвержены помехам.

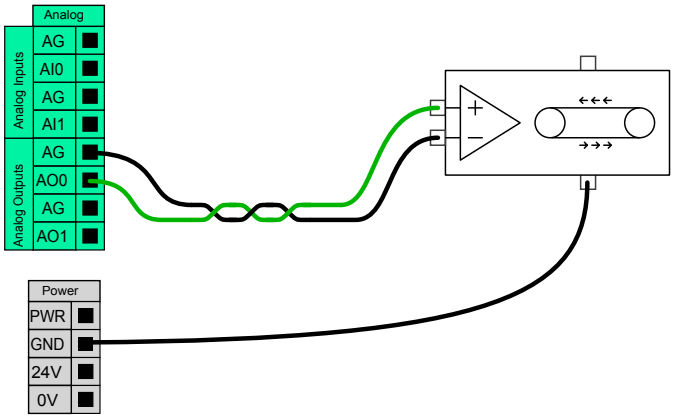
В графическом интерфейсе можно выбрать режим ввода (см. часть II). Электрические требования приведены ниже.

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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

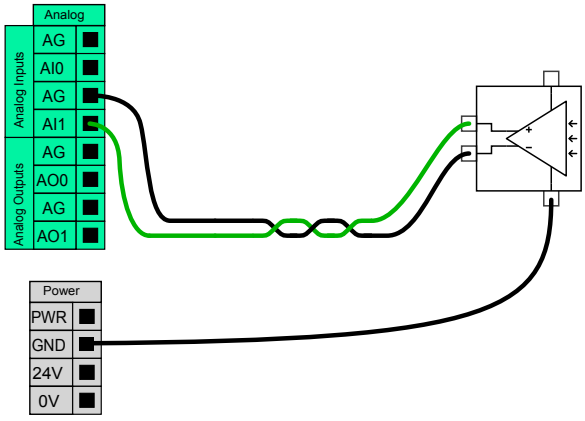
Использование аналогового выхода

Данный пример показывает управление лентой конвейера с использованием аналогового входа управления скоростью.



Использование аналогового входа

Данный пример показывает подключение аналогового датчика.



5.4.7 Удаленное включение и отключение

Используйте функцию удаленного включения/отключения, чтобы включать и выключать блок управления без использования подвесного пульта обучения. Данная функция 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.

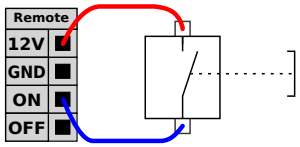
Функция удаленного включения/отключения оснащена небольшим дополнительным контактом питания 12 В, который остается активным при отключенном блоке управления. Вход ВКЛ предназначен только для краткосрочной активации и работает так же, как и кнопка Питание. Вход ВЫКЛ можно удерживать по мере необходимости. Электрические требования приведены ниже. Примечание: Используйте программную функцию, чтобы автоматически загружать и запускать программы (см. часть II).

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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

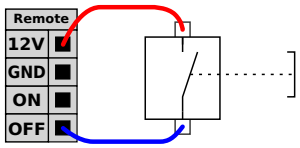
Кнопка удаленного включения

В данном примере показано соединение кнопки удаленного включения.



Кнопка удаленного выключения

В данном примере показано соединение кнопки удаленного включения.



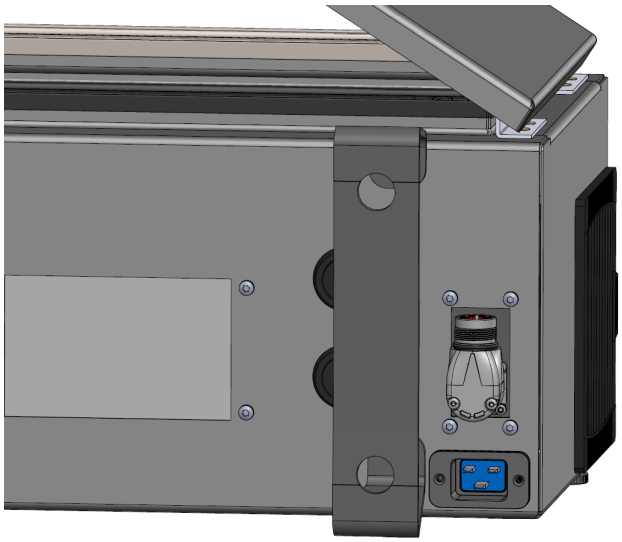
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:
Не нажимайте и удерживайте вход ВКЛ или кнопку питания, так как это выключит блок управления без сохранения открытых файлов. Используйте только вход ВЫКЛ для управления удаленным выключением, поскольку данный сигнал позволяет блоку управления выполнить сохранение открытых файлов и корректно завершить работу.

5.5 Подключение к электрической сети

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

Чтобы подключить питание к роботу необходимо подключить блок управления к источнику питания через стандартный штепсель IEC C20, расположенный в нижней части блока управления, с использованием соответствующего кабеля IEC C19 (см. рисунок ниже).

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



Питание от сети оснащено следующими элементами:

- Заземляющее соединение
- 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	-	-	<1,5	Вт
Номинальная рабочая мощность	90	150	325	Вт

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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, что вход питания блока управления защищен устройством защитного отключения (УЗО) 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 шнур питания.

5.6 Подключение робота

Подключите и закрепите кабель от робота к разъему в нижней части блока управления (см. рисунок ниже). Перед включением манипулятора робота дважды поверните разъем, чтобы убедиться в том, что кабель надежно закреплен.
Поверните разъем вправо, чтобы облегчить блокировку кабеля после подключения.

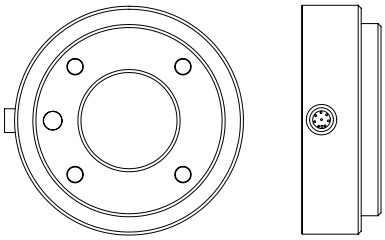
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

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

5.7 Входы и выходы инструмента

Рядом с фланцем для подсоединения инструмента на запястье № 3 находятся восьмиштыревой разъем, подающий питание и сигналы управления на различные захваты и датчики, которые можно установить на робота. Lumberg KKMV 8-354 является подходящим промышленным кабелем. Каждый из восьми жил внутри кабеля имеют различные цвета, которые соответствуют различным функциям.



С помощью этого разъема подается питание и сигналы управления на захваты и датчики, которыми оснащен инструмент робота. Перечисленные кабели перечисленные ниже подходят для использования:

- Lumberg RKMV 8-354.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Разъем инструмента необходимо затянуть от руки макс. до 0,4 Н.

Восемь жил внутри кабеля имеют различные цвета, которые предназначены для различных функций. См. таблицу ниже:

Цвет	Сигнал	Описание
Красный	ЗАЗЕМ	Заземление
Серый	ПИТАНИЕ	0 В/12 В/24 В
Синий	TO0/ПИТ	Цифровые выходы 0 или 0 В/12 В/24 В
Розовый	TO1/ПИТ	Цифровые выходы 1 или заземление
Желтый	TI0	Цифровые входы 0
Зеленый	TI1	Цифровые входы 1
Белый	AI2 / RS485+	Аналоговый вход 2 или RS485+
Коричневый	AI3 / RS485-	Аналоговый вход 3 или RS485-

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Установите значение внутреннего источника питания 0 В, 12 В или 24 В во вкладке ВкВвод-выводВнь в графическом интерфейсе (см. часть II). Электрические требования приведены ниже:

Параметр	Мин.	Тип	Макс.	ЕИ
Напряжение питания в режиме 24 В	23,5	24	24,8	В
Напряжение питания в режиме 12 В	11,5	12	12,5	В
Ток питания в обоих режимах*	-	1000	2000**	мА
Электропитание на два контакта	-	1500	2000**	мА

*Настоятельно рекомендуется использовать защитный диод для индуктивных нагрузок
**2000 мА не дольше 1 секунды. Максимальное число рабочих циклов: 10%. Среднее значение тока не может превышать 1000 мА.

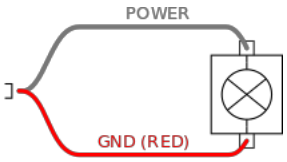
В последующих разделах описаны различные входы/выходы инструмента.

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

5.7.1 Источник питания инструмента

Электропитание

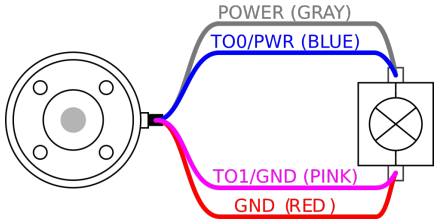
Установите значение внутреннего источника питания 0 В, 12 В или 24 В во вкладке ВкВвод-выводВнь в PolyScope (см. часть II).



Электропитание на два контакта

В режиме электропитания на два контакта выходную силу тока можно увеличить, как указано в (5.7 таблица два).

1. В верхнем колонтитуле нажмите Установка.
2. Слева в списке нажмите Общие.
3. Нажмите Вход/выход инструмента и выберите Питание на два вывода.
4. Соединить провод питания (серый) с TO0 (синим) и провод заземления (red) с TO1 (розовым).



Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Если робот совершает аварийный останов, напряжение на обоих контактах питания равно 0 В (питание выключено).

5.7.2 Цифровые выходы инструмента

Цифровые выходы поддерживают три режима:

Режим	Активны	Неактивны
Втекающий ток (NPN)	Низкий	Открыто
Вытекающий ток (PNP)	Высокий	Открыто
Двухтактный	Высокий	Низкий

Режим выхода для каждого контакта можно сконфигурировать на вкладке ВкУстановкаВнь в разделе ВкВходы/выходы инструментаВнь в PolyScope. Электрические требования приведены ниже:

Параметр	Мин.	Тип	Макс.	ЕИ
Напряжение в разомкнутом состоянии	-0,5	-	26	В
Напряжение при нагрузке по току 1 А	-	0,08	0,09	В
Величина тока при нагрузке	0	600	1000	мА
Сила тока по контакту GND	0	600	3000*	мА

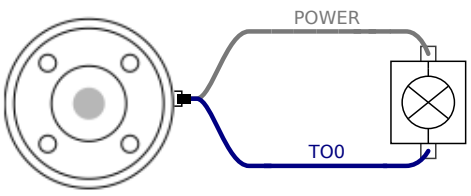
*3000 мА не дольше 1 секунды. Максимальное число рабочих циклов: 10%. Среднее значение тока не может превышать 600 мА

ПРИМЕЧАНИЕ:
Если робот совершает аварийный останов, цифровые выходы (DO0 и DO1) отключаются (высокий Z).

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:
Цифровые выходы в инструменте не имеют ограничения по току. Отклонение от указанных данных может привести к неустранимым повреждениям.

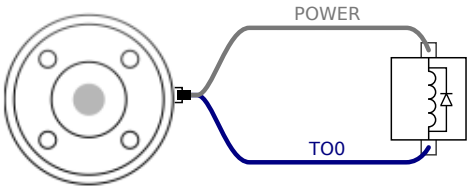
Использование цифровых выходов инструмента

В этом примере показано включение нагрузки, используя внутренний источник питания 12 В или 24 В. Значение напряжения на выходе необходимо определить во вкладка ВкВвод-выводВнь. Между контактом POWER и кожухом/заземлением всегда есть напряжение, даже если нагрузка выключена.



Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Рекомендуется использовать защитный диод для индуктивных нагрузок, как показано ниже.



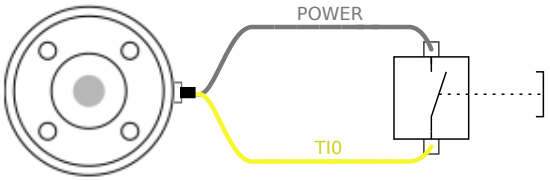
5.7.3 Цифровые входы инструмента

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

Использование цифровых входов инструмента

В данном примере показано соединение обычной кнопки.



5.7.4 Аналоговый вход инструмента

Аналоговый вход является недифференциальными и может быть переведен в режим тока (0-10 В) или напряжения (4-20 мА) во вкладке ВкВвод-выводВнь (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	-	10,7	-	kΩ
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	-	182	188	Ω
Разрешение	-	12	-	бит

В следующих подразделах приведены два примера использования аналоговых входов.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

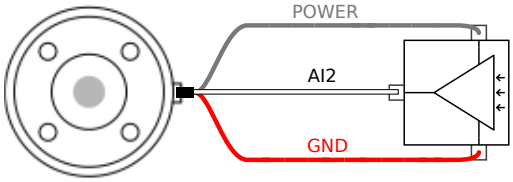
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

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

Использование аналоговых выходов инструмента, недифференциальные

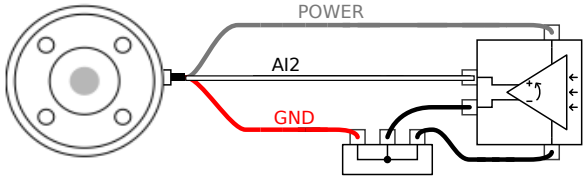
В данном примере показано соединение аналогового датчика с недифференциальным выходом. Выходной сигнал датчика может быть в режиме тока или напряжения, до тех пор пока режима ввода этого аналогового сигнала установлено такое же значение во вкладке ВкВвод-выводВнь.

Примечание: Вы можете убедиться, что датчик с выходом для напряжения может вызывать внутреннее сопротивление инструмента, в противном случае измерение будет недействительным.



Использование аналоговых выходов инструмента, дифференциальные

В данном примере показано соединение аналогового датчика с дифференциальным выходом. Соединение отрицательного компонента выхода к контакту заземлению (0 В), которое работает так же, как и недифференциальный датчик.



5.7.5 Входы и выходы связи инструмента

- Запрос сигнала Сигналы RS485 используют внутреннее защитное смещение. Если установленное устройство не поддерживает данную защиту от отказов, то смещение сигнала необходимо выполнить в установленном устройстве или добавить подтягивающий к питанию резистор к RS485+ и подтягивающий к земле резистор к RS485-.
- Задержка Задержка сообщений, отправленных из разъема инструмента, может составлять от 2 до 4 мс с момента, как сообщение составлено на ПК, до запуска сообщения на RS485. Буфер хранит данные, отправленные на разъем инструмента, пока линия не вернется в состояние бездействия. Как только получено 1000 данных, сообщение записано на устройстве.

Скорость двоичной передачи	9,6 кб, 19,2 кб, 38,4 кб, 57,6 кб, 115,2 кб, 1 М, 2 М, 5 М
Стоповые биты	1, 2
Четность	Нет, нечетная, четная

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

ОПАСНОСТЬ:

1. Не изменяйте параметры конфигурации безопасности системы (например, предел усилия). Описание конфигурации безопасности содержится в руководстве PolyScope. 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

7 Утилизация и окружающая среда

Universal Robots e-Series должна проводиться в соответствии с применимыми национальными законами, нормативно-правовыми актами и стандартами.

Universal Robots e-Series 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, полибромированные бифенилы и многобромистые дифениловые эфиры.

Расходы по утилизации и обработке электронных отходов роботов Universal Robots e-Series, реализация которых осуществляется на рынке Дании, предоплачены в системе ответственности датских производителей компанией Universal Robots A/S. Импортеры 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:

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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 — Universal Robots e-Series 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 B.

DELTA — Universal Robots e-Series проведена DELTA. Сертификат об электромагнитной совместимости (EMC) и сертификат климатических испытаний находятся в приложении B.

CHINA RoHS — Роботы Universal Robots e-Series соответствуют методам управления CHINA RoHS, направленных на ограничение загрязнения, вызываемого электронными информационными продуктами. Копия таблицы декларации продукта находится в приложении B.

KCC Safety — В соответствии с информацией KC Registration, робот e-Series компании Universal Robots UR5e прошел оценку соответствия для использования в рабочей среде. Это означает, что при использовании робота в домашних условиях существует риск радио помех. Копия сертификата KCC Safety находится в приложении B.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

8.2 Сторонняя сертификация поставщика

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

8.3 Сертификат испытаний, проведенных изготовителем

	UR	Universal Robots e-Series 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/EC — Директива о механическом оборудовании (MD)

В соответствии с Директивой о механическом оборудовании 2006/42/EC, роботы Universal Robots e-Series представляют собой частично укомплектованное оборудование, поскольку знак CE не ставится на частично укомплектованное оборудование.

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

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

2004/108/EC — 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 B 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 C.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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 самостоятельн (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, определяемы 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:
Общая рекомендация: следует избегать ускорений выше, чем необходимо для конкретного применения. В результате высоких ускорений, особенно в сочетании с высокими нагрузками, возможно сокращение срока службы робота. При применении робота в условиях коротких циклов и высокой скорости работы рекомендуется использовать как можно больше круговых движений, чтобы создавать более плавные траектории, не используя высокое ускорение.

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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

A Время и расстояние остановки

ПРИМЕЧАНИЕ:
Возможно установить пользовательское максимальное время и расстояние остановки. См. 2.1 и 13.2. В случае использования пользовательских настроек скорость программы динамически регулируется, чтобы соответствовать выбранным предельным значениям.

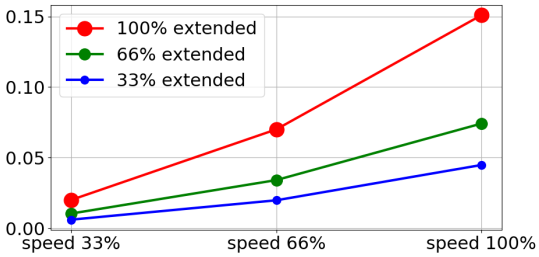
Графические данные для Сочленения 0 (основание), Сочленения 1 (плечо) и Сочленения 2 (локоть) действительны для времени останова и расстояния останова:

- Категория 0
- Категория 1
- Категория 2

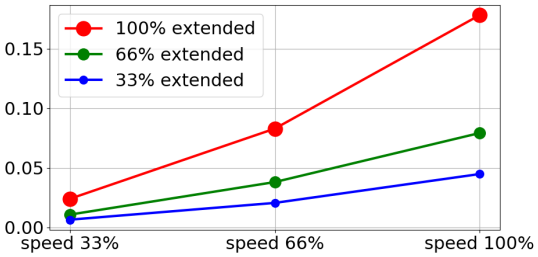
Примечание: Данные значения предоставлены для наихудшего развития событий; ваши значения могут отличаться от представленных.

Испытание Сочленения 0 проводилось с использованием горизонтального движения, где ось вращения была перпендикулярна основанию.
Во время испытаний Сочленения 1 и Сочленения 2 робот следовал вертикальной траектории, где ось вращения была параллельна земле, и останов производился при движении робота вниз.

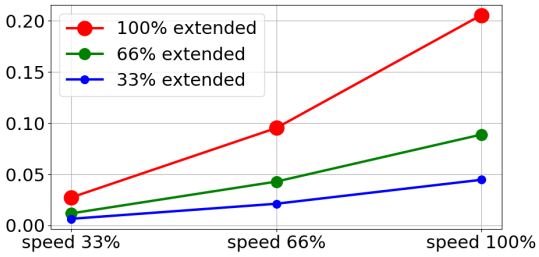
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



(a) Расстояние останова в метрах при 33% от максимальной полезной нагрузки

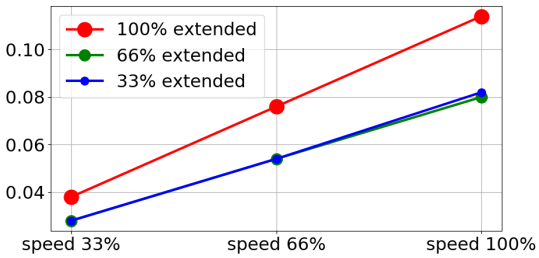


(b) Расстояние останова в метрах при 66% от максимальной полезной нагрузки

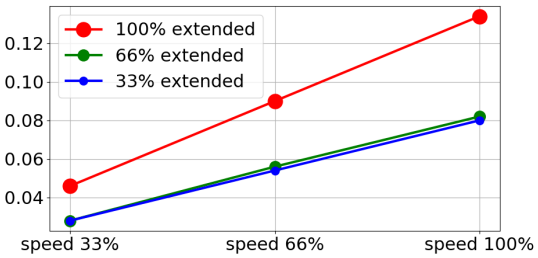


(c) Расстояние останова в метрах при максимальной полезной нагрузке

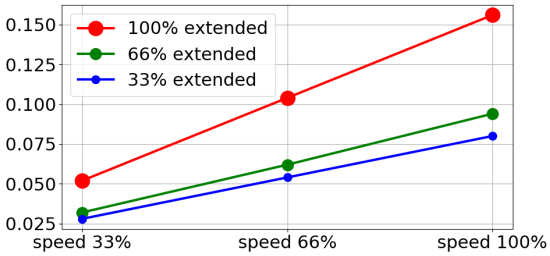
Figure A.1: Расстояние останова для сочленения 0 (ОСНОВАНИЕ)



(a) Время останова в секундах при 33% от максимальной полезной нагрузки



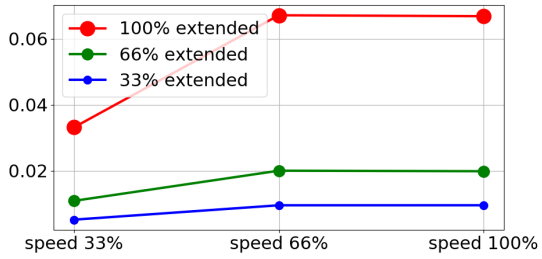
(b) Время останова в секундах при 66% от максимальной полезной нагрузки



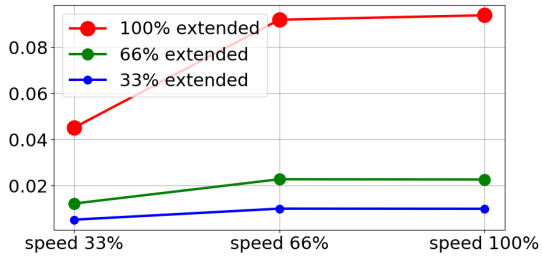
(c) Время останова в секундах при максимальной полезной нагрузке

Figure A.2: Время останова для сочленения 0 (ОСНОВАНИЕ)

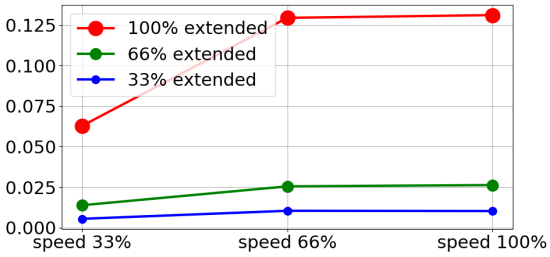
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



(a) Расстояние останова в метрах при 33% от максимальной полезной нагрузки

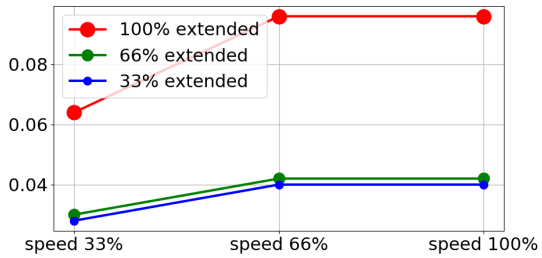


(b) Расстояние останова в метрах при 66% от максимальной полезной нагрузки

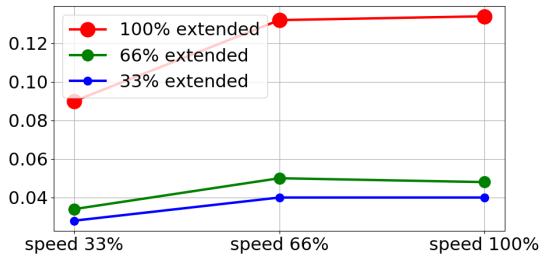


(c) Расстояние останова в метрах при максимальной полезной нагрузке

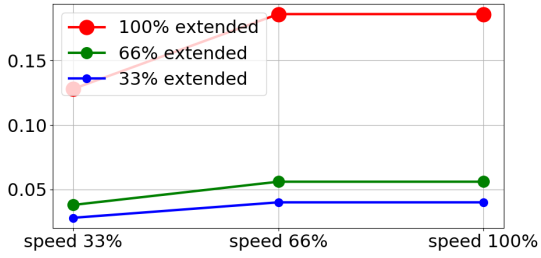
Figure A.3: Расстояние останова для сочленения 1 (ПЛЕЧО)



(a) Время останова в секундах при 33% от максимальной полезной нагрузки



(b) Время останова в секундах при 66% от максимальной полезной нагрузки

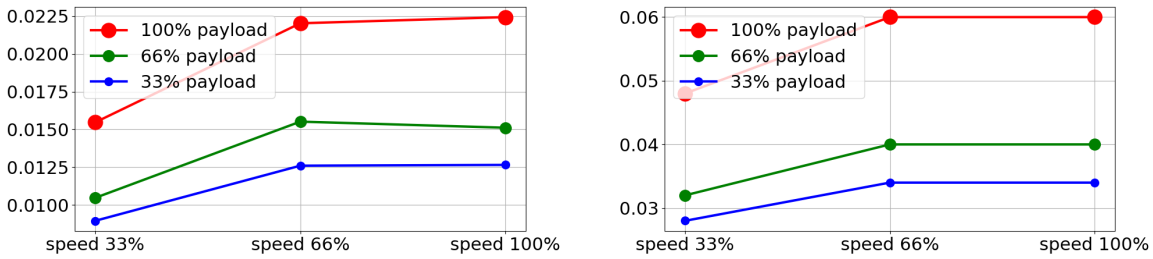


(c) Время останова в секундах при максимальной полезной нагрузке

Figure A.4: Время останова для сочленения 1 (ПЛЕЧО)

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



(a) Расстояние останова в метрах при любой полезной нагрузке

(b) Время останова в секундах при любой полезной нагрузке

Figure A.5: Расстояние и время останова для сочленения 2 (ЛОКОТЬ)

B Декларации и сертификаты

This chapter presents certificates and declarations prepared for the e-Series robots with the standard control box.

B.1 EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010

Manufacturer:		Person in the Community Authorized to Compile the Technical File:
	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark	David Brandt Technology Officer, R&D Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
Description and Identification of the Partially-Completed Machine(s):		
	Product and Function: Model: Serial Number:	Industrial robot (multi-axis manipulator with Control Box and Teach Pendant). Function is determined by the completed machine (with end-effector and intended use). UR3e, UR5e, UR10e,UR16e (e-Series) Starting 20195000000 and higher — Effective 17 August 2019
	Incorporation:	Universal Robots UR3e, UR5e, UR10e and UR16e shall only be put into service upon being integrated into a final complete machine (robot system, cell or application), which conforms with the provisions of the Machinery Directive and other applicable Directives.

It is declared that the above products, for what is supplied, fulfil the following Directives as Detailed Below:

I Machinery Directive 2006/42/EC — The following essential requirements have been fulfilled: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 It is declared that the relevant technical documentation has been compiled in accordance with Part B of Annex VII of the Machinery Directive.

II Low-voltage Directive 2014/35/EU — Reference the LVD and the harmonized standards used below.

III EMC Directive 2014/30/EU — Reference the EMC Directive and the harmonized standards used below.

IV RoHS Directive 2011/65/EU — Reference the RoHS Directive 2011/65/EU

V WEEE Directive 2012/19/EU — Reference th WEEE Directive 2012/19/EU

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Reference the harmonized standards used, referred to in Article 7(2) of the MD & LV Directives and Article 6 of the EMC Directive		
(I) EN ISO 10218-1:2011	(I) EN ISO 13850:2015	(II) EN 60947-5-5:1997/A11:2013
TUV Nord Cert. 4470814097607	(I) EN 1037:1995+A1:2008	(III) EN 61000-6-2:2005
(I) EN ISO 13732-1:2008	(II) EN 60204-1:2006/A1:2010	(III) EN 61000-6-4:2007/A1:2011
(I) EN ISO 13849-1:2015	(II) EN 60320-1:2001/A1:2007	(II) EN 61131-2:2007
TUV Nord Cert. 4420714097610	(II) EN 60529:1991/A2:2013	(II) EN 61140:2002/A1:2006
(I)EN ISO 13849-2:2012		
Reference to other technical standards and specifications used:		
(I) ISO/TS 15066 as applicable	(III) IEC 60068-2-64:2008	(II) IEC 61784-3:2010 (SIL2)
(III) IEC 60068-2-1:2007	(II) IEC 60664-1:2007	ISO 14664-1:2015 (Clean-room Class 6
(III) IEC 60068-2-2:2007	(II) IEC 60664-5:2007	for control assembly with enclosure
(III) IEC 60068-2-27:2008	(II) IEC 61326-3-1:2008	and Class 5 for UR3e, UR5e, UR10e and UR16e manipulators)
The manufacturer, or his authorised representative, shall transmit relevant information about the partly completed machinery in response to a reasoned request by the national authorities. Approval of full quality assurance system (ISO 9001), by the notified body Bureau Veritas, certificate #DK008850.		

Odense Denmark, 17 August 2019

Name:
Position/ Title

Roberta Nelson Shea
Global Technical Compliance Officer

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark
CVR-nr. 29 13 80 60
Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989
info@universal-robots.com
www.universal-robots.com

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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

Производитель:		Лицо в Сообществе, уполномоченное составлять технический файл:
	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Дания	Дэвид Брандт (David Brandt) Технический руководитель, R&D Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
Описание и определение частично укомплектованного оборудования:		
	Изделие и функция: Модель: Серийный номер:	Промышленный робот (многоосевой манипулятор с контроллером и подвесным пультом обучения). Функция зависит от укомплектованного оборудования (с концевым исполнительным органом и предусмотренным применением). UR3e, UR5e, UR10e, UR16e(e-Series) Начиная с 20195000000 и выше — Действует с 17 августейший 2019 г.
	Внедрение:	Роботы Universal Robots UR3e, UR5e, UR10e и UR16e должны вводиться в эксплуатацию только после внедрения в укомплектованное оборудование (систему роботов, ячейку или применение), которое соответствует требованиям директивы о механическом оборудовании и другим применимым директивам.

Заявляется, что приведенные выше поставляемые изделия соответствуют следующий директивам следующим образом:

I Директива о механическом оборудовании 2006/42/EC — Следующие основные требования были выполнены: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 Заявляется, что соответствующая техническая документация была составлена в соответствии с Частью B Приложения VII Директивы о механическом оборудовании.

II Директива по низковольтным устройствам 2014/35/EU — См. LVD и используемые согласованные стандарты ниже.

III Директива по электромагнитной совместимости 2014/30/EU — См. директиву по электромагнитной совместимости и используемые согласованные стандарты ниже.

IV Директива RoHS 2011/65/EU — См. директиву RoHS 2011/65/EU

V Директива WEEE 2012/19/EU — См. директиву WEEE 2012/19/EU

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

См. используемые согласованные стандарты, указанные в пункте 7(2) директивы о механическом оборудовани и директивы по низковольтным устройствам и пункте 6 директивы по электромагнитной совместимости		
(I) EN ISO 10218-1:2011 Сертификат TUV Nord. 4470814097607 (I) EN ISO 13732-1:2008 (I) EN ISO 13849-1:2015 Сертификат TUV Nord. 4420714097610 (I) EN ISO 13849-2:2012	(I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008 (II) EN 60204-1:2006/A1:2010 (II) EN 60320-1:2001/A1:2007 (II) EN 60529:1991/A2:2013	(II) EN 60947-5-5:1997/A11:2013 (III) EN 61000-6-2:2005 (III) EN 61000-6-4:2007/A1:2011 (II) EN 61131-2:2007 (II) EN 61140:2002/A1:2006
Ссылка на прочие использованные технические стандарты и спецификации:		
(I) ISO/TS 15066 as applicable (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007 (III) IEC 60068-2-27:2008	(III) IEC 60068-2-64:2008 (II) IEC 60664-1:2007 (II) IEC 60664-5:2007 (II) IEC 61326-3-1:2008	(II) IEC 61784-3:2010 (SIL2) ISO 14664-1:2015 (Clean-room Class 6 for control assembly with en-closure and Class 5 for UR3e, UR5e, UR10e and UR16e manipulators)
Изготовитель или его уполномоченный представитель должен передать соответствующую информацию о частично укомплектованном оборудовании в ответ на обоснованный запрос представителей государственной власти. Утверждение полной системы обеспечения качества (ISO 9001) уполномоченным органом Bureau Veritas, сертификат #DK008850.		

Odense Denmark, 17 August 2019

Name: Roberta Nelson Shea

Position/ Title Global Technical Compliance Officer

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark
CVR-nr. 29 13 80 60
Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989
info@universal-robots.com
www.universal-robots.com

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

B.3 Сертификат системы безопасности

TÜV NORD

ZERTIFIKAT
CERTIFICATE

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

Universal Robots A/S
Energivej 25
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** **5260 Odense S** **Denmark**
Beschreibung des Produktes (Details s. Anlage 1) *Description of product* *(Details see Annex 1)*	**Industrial robot UR16e, UR10e, UR5e and UR3e**
Geprüft nach *Tested in accordance with*	**EN ISO 10218-1:2011**

TÜV NORD
TÜV NORD CERT GmbH
Type Tested

Registrier-Nr. / *Registered No.* 44 780 14097607
Prüfbericht Nr. / *Test Report No.* 3524 9416
Aktenzeichen / *File reference* 8003008239

Gültigkeit / Validity
von / *from* 2019-07-16
bis / *until* 2024-07-15

Zertifizierungsstelle der
TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2019-07-16

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen www.tuev-nord-cert.de technology@tuev-nord.de

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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

TÜV NORD

ZERTIFIKAT
CERTIFICATE

Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / *This is to certify, that the company*

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

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

Fertigungsstätte: *Manufacturing plant:*	**Universal Robots A/S** **Energivej 25** **5260 Odense S** **Denmark**
Beschreibung des Produktes (Details s. Anlage 1) *Description of product* *(Details see Annex 1)*	**Universal Robots Safety System e-Series** **for UR16e, UR10e, UR5e and UR3e robots**
Geprüft nach: *Tested in accordance with:*	**EN ISO 13849-1:2015, Cat.3, PL d**

TÜV NORD
TÜV NORD CERT GmbH
Approved Safety Function
acc. to applied safety standards
EN ISO 13849-1
PL 'd'

Registrier-Nr. / *Registered No.* 44 207 14097610
Prüfbericht Nr. / *Test Report No.* 3524 9741
Aktenzeichen / *File reference* 8003008239

Gültigkeit / Validity
von / *from* 2019-07-16
bis / *until* 2024-07-15

Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH
Certification body of TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2019-07-16

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen www.tuev-nord-cert.de technology@tuev-nord.de

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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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 鼓励回收再循环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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

B.5 KCC Safety

자율안전확인 신고증명서

신청인	사업장명	Universal Robots A/S	사업장관리번호	2016E110079
	사업자등록번호	016E110079	대표자 성명	Klaus Vestergaard
	소재지	Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark		

자율안전인증대상 기계·기구명	산업용로봇		
형식(규격)	UR5e	용량(등급)	6 axis
자율안전확인번호	18-AB2EQ-01603		
제조자	Universal Robots A/S		
소재지	Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark		

「산업안전보건법」 제35조제1항 및 같은 법 시행규칙 제61조제3항에 따라
자율안전확인 신고증명서를 발급합니다.

2018년 11월 06일

한국산업안전보건공단 서울지역본부장

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

B.6 Сертификат климатических испытаний

Climatic and mechanical assessment

Client	Force Technology project no.
Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	117-32120

Product identification

UR 3 robot arms
UR 3 control boxes with attached Teach Pendants.
UR 5 robot arms
UR5 control boxes with attached Teach Pendants.
UR10 robot arms:
UR10 control boxes with attached Teach Pendants.
See reports for details.

Force Technology report(s)

DELTA project no. 117-28266, DANAK-19/18069
DELTA project no. 117-28086, DANAK-19/17068

Other document(s)

Conclusion

The three robot arms UR3, UR5 and UR10 including their control boxes and Teach Pendants have been tested according to the below listed standards. The test results are given in the Force Technology reports listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests were fulfilled in general terms with only a few minor issues (see test reports for details).

IEC 60068-2-1, Test Ae; -5 °C, 16 h
IEC 60068-2-2, Test Be; +35°C, 16h
IEC 60068-2-2, Test Be; +50°C, 16 h
IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 10 Hz: +12 dB/octave, 10-50 Hz 0.00042 g²/Hz, 50 – 100 Hz: -12 dB/octave, 1,66 grms, 3 x 1½ h
IEC 60068-2-27, Test Ea, Shock; 11 g, 11 ms, 3 x 18 shocks

Date	Assessor
Hørsholm, 25 August 2017	Andreas Wendelboe Højsgaard M.Sc.Eng.

DELTA – a part of FORCE Technology - Venlighedsvej 4 - 2970 Hørsholm - Denmark - Tel. +45 72 19 40 00 - Fax +45 72 19 40 01 - www.delta.dk

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

B.7 Сертификат испытаний на ЭМС

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

DELTA
A PART OF FORCE TECHNOLOGY

Attestation of Conformity

AoC no. 1645

Project / task no. 117-29565

DELTA has performed compliance test on electrical products since 1967. DELTA is an accredited test house according to EN17025 and participates in the international standardisation organisation CEN/CENELEC, IEC/CISPR and ETSI. This attestation of conformity with the below mentioned standards and/or normative documents is based on accredited tests and/or technical assessments carried out at DELTA – a part of FORCE Technology.

Client

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense
Denmark

Product identification (type(s), serial no(s).)
UR robot generation 5, G5 for models UR3, UR5, and UR10

Manufacturer
Universal Robots A/S

Technical report(s)
EMC test of UR robot generation 5, DELTA project no.117-29565-1 DANAK 19/18171

Standards/Normative documents
EMC Directive 2014/30/EU, Article 6
EN 61326-3-1:2008 Industrial locations SIL 2
EN/(IEC) 61000-6-1:2007
EN/(IEC) 61000-6-2:2005
EN/(IEC) 61000-6-3:2007+A1
EN/(IEC) 61000-6-4:2007+A1
EN/(IEC) 61000-3-2:2014
EN/(IEC) 61000-3-3:2013

DELTA – a part of
FORCE Technology
Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Denmark

Tel. +45 72 19 40 00
Fax +45 72 19 40 01
www.delta.dk
VAT No. 55117314

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 properties and quality. This attestation does not contain any statements pertaining to the requirements pursuant to other standards, directives or laws other than the above mentioned.

Hørsholm, 15 August 2017

Michael Nielsen
Specialist, Product Compliance

20aoctest-uk-j

C 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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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.

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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

D Технические характеристики

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Тип робота	UR5e
Вес	20.7 kg / 45.7 lb
Максимальная полезная нагрузка	5 kg / 11 lb (4.4)
Охват	850 mm / 33.5 in
Диапазоны сочленений	± 360 ° для других сочленений
Скорость	Сочленения: Макс. 180 °/s. Инструмент: Прибл. 1 m/s / Прибл. 39.4 in/s.
Частота обновления системы	500 Hz
Точность силомоментного датчика	4 N
Стабильность позиционирования	± 0.03 mm / ± 0.0011 in (1.1 mils)per ISO 9283
Площадь у основания	Ø149 mm / 5.9 in
Степени свободы	6 вращающихся сочленений
Размер блока управления (Ш × В × Г)	460 mm × 449 mm × 254 mm / 18.2 in × 17.6 in × 10 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
Связь инструмента	RS 485
Ввод/вывод питания	24 V 2 A в блоке управления
Ввод/вывод питания инструмента	12 V/24 V 1.5 A (два контакта) 1 A (один контакт)
Обмен данными	TCP/IP, 1000 Мбит: IEEE 802.3ab, разъем Ethernet 1000BASE-T, MODBUS TCP & Адаптер EtherNet/IP, Profinet
Программирование	Графический пользовательский интерфейс PolyScope с 12-дюймовым сенсорным экраном
Шумность	Robot Arm: Less than 65dB(A) Control Box: Less than 50dB(A)
Классификация степени защиты	IP54
Классификация чистых помещений	Манипулятор робота: класс 6 ISO Блок управления: класс 6 ISO
Maximum Average Power	570 W
Энергопотребление	Прибл. 250 W при использовании типичной программы
Совместная работа	17 улучшенных функций безопасности. В соответствии с: EN ISO 13849-1:2008, PLd, Кат.3 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 °C
Электропитание	100-240 VAC, 47-440 Hz
Проводка	Кабель между роботом и блоком управления (6 m / 236 in) Кабель между сенсорным экраном и блоком управления (4.5 m / 177 in)

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

E Таблицы функций безопасности

E.1 Таблица 1

UR e-Series Safety Functions and Safety I/O are PLd, Category 3 (ISO 13849-1), with certification by TÜV NORD (certificate # 44 207 14097610)

Safety Function (SF) Descriptions (see Chapter 2 of manual)

For safety I/O, the resulting safety function including the external device or equipment is determined by the overall architecture and the sum of all PFHds, including the UR robot safety function PFHd.

NOTE: All safety functions are individual safety functions.

If any safety function limit is exceeded, or a fault is detected in a safety function or safety-related part of the control system, the result is a Category 0 stop (immediate removal of power) according to IEC 60204-1.

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
1	1, 2, 3, 4 **Emergency Stop** (according to ISO 13850)	Pressing the Estop PB on the pendant[1] or the External Estop (if using the Estop Safety Input) results in a Cat 1 stop[3] with power removed from the robot actuators and the tool I/O. Command[Error! Bookmark not defined.] all joints to stop and upon all joints coming to a monitored standstill state, power is removed. See Stop Time & Stop Distance Safety Functions[4]. **ONLY USE FOR EMERGENCY PURPOSES**, not safeguarding.	**Category 1 stop** (IEC 60204-1)	---	**1.30E-07**	**Robot** *including robot tool I/O*
2	**Safeguard Stop[4]** (Protective Stop according to ISO 10218-1)	This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which will initiate a Cat 2 stop[3]. The tool I/O are unaffected by the safeguard stop. Various configuration are provided. See the Stop Time and Stop Distance Safety Functions[4]. *For the functional safety of the complete integrated safety function, add the PFHd of the external protective device to the PFHd of the Safeguard Stop.*	**Category 2 stop** (IEC 60204-1) **SS2 stop** (as described in IEC 61800-5-2)	---	**1.20E-07**	**Robot**
3	**Joint Position Limit (soft axis limiting)**	Sets upper and lower limits for the allowed joint positions. Stopping time and distance is not a considered as the limit(s) will not be violated. Each joint can have its own limits. *Directly limits the set of allowed joint positions that the joints can move within. It is set in the safety part of the User Interface. It is a means of safety-rated soft axis limiting & space limiting, according to ISO 10218-1:2011, 5.12.3.*	**Will not allow motion to exceed any limit settings.** Speed could be reduced so motion will not exceed any limit. A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit.	**5 °**	**1.20E-07**	**Joint (each)**

[1] **Communications** between the Teach Pendant, controller & within the robot (between joints) are SIL 2 for safety data, per IEC 61784-3.

[2] **Estop validation**: the pendant Estop pushbutton is evaluated within the pendant, then communicated[Error! Bookmark not defined.] to the safety controller by SIL2 communications. To validate the pendant Estop functionality, press the Pendant Estop pushbutton and verify that an Estop results. This validates that the Estop is connected within the pendant, functioning as intended, and the pendant is connected to the controller.

[3] **Stop Categories** according to IEC 60204-1 (NFPA79). Only Category 0 and 1 stops are allowed for the Estop.

- **Category 0 & 1** result in the removal of drive power, with Cat 0 being IMMEDIATE & Cat 1 being a controlled stop (decelerate then removal). With all UR robots, a Category 1 stop is a controlled stop where power is removed when a monitored standstill state is detected.
- **Category 2** is a stop where drive power is NOT removed. Category 2 stops are defined in IEC 60204-1. Descriptions of STO, SS1 and SS2 are in IEC 61800-5-2. With UR robots, a Category 2 stop maintains the trajectory then retains power to the drives after stopping.

[4] It is recommended to use the UR e-series' Stop Time and Stop Distance Safety Functions. These limits should be used for your application stop time/ safety distance values.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
4	Joint Speed Limit	Sets an upper limit for the joint speed. Each joint can have its own limit. This safety function has the most influence on energy transfer upon contact (clamping or transient). *Directly limits the set of allowed joint speeds which the joints are allowed to perform. It is set in the safety setup part of the User Interface.* *Used to limit fast joint movements, e.g. risks related to singularities.*	Will not allow motion to exceed any limit settings. Speed could be reduced so motion will not exceed any limit. A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit.	1.15 °/s	1.20E-07	Joint (each)
	Joint Torque Limit	Exceeding the internal joint torque limit (each joint) results in a Cat 0 stop[3]. This is shown as SF #5 in the Generation 3 (CB3) UR robots. *This is not accessible to the user; it is a factory setting. It is NOT shown as a safety function because there are no user settings and no user configuration possibilities.*				
5	*Called various names* Pose Limit Tool Orientation Limit Safety Planes Safety Boundaries	Monitors the TCP Pose (position and orientation) and will prevent exceeding a safety plane or TCP Pose Limit. Multiple pose limits are possible (tool flange, elbow, and up to 2 configurable tool offset points with a radius) Orientation restricted by the deviation from the feature Z direction of the tool flange OR the TCP. *This safety function consists of two parts. One is the safety planes for limiting the possible TCP positions. The second is the TCP orientation limit, which is entered as an allowed direction and a tolerance. This provides TCP and wrist inclusion/ exclusion zones due to the safety planes.*	Will not allow motion to exceed any limit settings. Speed or torques could be reduced so motion will not exceed any limit. A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit.	3 ° 40 mm	1.20E-07	TCP Tool flange Elbow
6	Speed Limit TCP & Elbow	Monitors the TCP and elbow speed to prevent exceeding a speed limit.		50 mm/s	1.20E-07	TCP
7	Force Limit (TCP)	The Force Limit is the force exerted by the robot at the TCP (tool center point) and "elbow". The safety function continuously calculates the torques allowed for each joint to stay within the defined force limit for both the TCP & the elbow. The joints control their torque output to stay within the allowed torque range. This means that the forces at the TCP or elbow will stay within the defined force limit. When a monitored stop is initiated by the Force Limit SF, the robot will stop, then "back-off" to a position where the force limit was not exceeded. Then it will stop again.	Will not allow motion to exceed any limit settings.	25 N	1.50E-07	TCP
8	Momentum Limit	The momentum limit is very useful for limiting transient impacts. *The Momentum Limit affects the entire robot.*		3 kg m/s	1.20E-07	Robot
9	Power Limit	This function monitors the mechanical work (sum of joint torques times joint angular speeds) performed by the robot, which also affects the current to the robot arm as well as the robot speed. This safety function dynamically limits the current/ torque but maintains the speed.	Dynamic limiting of the current/ torque	10 W	1.50E-07	Robot

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
New 15	Stopping Time Limit	Real time monitoring of conditions such that the stopping time limit will not be exceeded. Robot speed is limited to ensure that the stop time limit is not exceeded. The control SW continuously calculates the stopping capability of the robot in the given motion. If the time needed to stop the robot is at risk of exceeding the time limit, the speed of motion is reduced to ensure the limit is not exceeded. The safety function performs the same calculation of the stopping time and initiates a cat 0 stop if they are exceeded.	Will not allow the actual stopping time to exceed the limit setting. Causes decrease in speed or a protective stop so as NOT to exceed the limit	50 ms	1.20E-07	Robot
New 16	Stopping Distance Limit	Real time monitoring of conditions such that the stopping distance limit will not be exceeded. Robot speed is limited to ensure that the stop distance limit will not be exceeded. The control SW continuously calculates the stopping capability of the robot in the given motion. If the distance needed to stop the robot is at risk of exceeding the distance limit, the speed of motion is reduced to ensure the limit is not exceeded. The safety function performs the same calculation of the stopping distance and initiates a cat 0 stop if they are exceeded.	Will not allow the actual stopping time to exceed the limit setting. Causes decrease in speed or a protective stop so as NOT to exceed the limit	40 mm	1.20E-07	Robot
New 17	*Safe Home Position*	Safety function which monitors a safety rated output, such that it ensures that the output can only be activated when the robot is in the configured "safe home position". A cat 0 stop is initiated if the output is activated when the robot is not in the configured position.	The "safe home output" can only be activated when the robot is in the configured "safe home position"	1.7 °	1.20E-7	External connection to logic &/or equipment
10	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 they 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).*[5] *For the Estop Output, validation is performed at the external equipment, as the UR output is an input to this external equipment.*			4.70E-08	External connection to logic &/or equipment
11	UR Robot Moving: Digital Output	Whenever the robot is moving (motion underway), the dual digital outputs are LOW. Outputs are HIGH when no movement. *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.*			1.20E-07	External connection to logic &/or equipment

[5] **Estop validation**: the pendant Estop pushbutton is evaluated within the pendant, then communicated[Error! Bookmark not defined.] to the safety controller by SIL2 communications.

To validate the pendant Estop function, press the Pendant Estop pushbutton and verify that an Estop results. This validates that the Estop is connected within the pendant, functioning as intended, and the pendant is connected to the controller. The connection from the pendant to the safety controller is by safety communications according to SIL 2.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
12	UR Robot Not stopping: Digital Output	Whenever the robot is STOPPING (in 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 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.*			1.20E-07	External connection to logic &/or equipment
13	UR Robot Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot **is in reduced mode (or reduced mode is initiated),** the dual digital outputs are LOW. *See below.* *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.*			1.20E-07	External connection to logic &/or equipment
14	UR Robot Not Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is NOT in reduced mode (or the reduced mode is not initiated), 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.*			1.20E-07	External connection to logic &/or equipment
–	Reduced Mode *SF settings change*	Reduced Mode can be initiated by a safety plane/ boundary (starts when at 2cm of the plane and reduced mode settings are achieved within 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. *Reduced mode is not a safety function, rather it is a state affecting the settings of the following safety function limits: joint position, joint speed, TCP pose limit, TCP speed, TCP force, momentum, power, stopping time, and stopping distance.*			PFHd is either 1.20E-07 or 1.50E-07 *depending on the safety function*	Robot
–	Safeguard Reset	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.			Input to SF2 See SF2	Robot

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
–	3 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 User Interface. If the User Interface is in* • *"run mode", the enabling device will not be active.* • *"programming mode", the enabling device will be active. It is possible to use password protection for changing the mode by the User Interface.*			Input to SF2 See SF2 *safeguard stop*	Robot
–	Mode switch INPUT	When the external connections are Low, Operation Mode (running/ automatic operation in automatic mode) is in effect. When High, mode is programming/ teach. *Recommendation: Use with a 3-position enabling device.* *When in teach/program, initially the TCP speed will be limited to 250mm/s.* *The speed can manually be increased by using the pendant user interface "speed-slider", but upon activation of the enabling device, the speed limitation will reset to 250mm/s.*			Input to SF2 See SF2 *safeguard stop*	Robot

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Global safety standards for all industrial robots[6]

ISO 10218-1: Manufacturer of robots

ISO 13849-1 & -2: Provides safety requirements and guidance on the principles for the design and integration of safety- related parts of control systems (SRP/CS), including safety software.

Global safety requirements for robot systems

ISO 10218-2: Integrator of **robot systems**

A risk assessment is **mandatory** for the **robot system** because it is a **completed machine**. A **risk assessment** is the overall process comprising a risk analysis and a risk evaluation. This means identifying all risks and reducing these risks to an acceptable level (See ISO 12100).

ISO 13849-1 & -2: Safety-related parts of control systems

ISO/TS 15066 is NOT a standard; it is a Technical Specification with additional guidance and requirements for **collaborative applications**. An informative annex includes a research study on pain thresholds. It has been adopted by various countries including in Europe. USA adopted it as a technical report (RIA TR R15.606).

Global acceptance of ISO 10218-1 and ISO 10218-2

ISO 10218-1, -2 have been adopted as key safety standards for industrial robots by many countries including:

- Europe: Harmonized, shown as EN ISO 10218-1 & -2
- USA: National adoption as ANSI/RIA R15.06
- Canada: National adoption as CAN/CSA Z434
- Japan: National adoption as JIS B 8433-1
- Republic of Korea: National adoption as KS B ISO 10218-1/-2

Regulations about machine safety in EU countries

All machines installed within EU shall comply with the essential health and safety requirements listed in ANNEX I of the Machinery Directive (MD) 2006/42/EC.

It is not required to comply with any standard, however, ISO 10218-1, ISO 10218-2 and ISO 13849-1 are harmonized under the MD. Harmonized standards have an "EN" prefix, e.g. EN ISO 10218. Complying with a **harmonized standard** provides a presumption of conformity with the **relevant MD essential requirements**.

For a completed machine (robot system), the following is required:

- A risk assessment of the intended use(s);
- Instructions for use;
- A CE Declaration of Conformity (DOC);

  A DOI (Declaration of Incorporation) is provided for incomplete or partial machines. Robots are incomplete machines. A DOI is provided to enable integrators to CE mark their robot system.
- Marking, including the CE mark, on the **completed machine (robot system)** according to ANNEX III;
- A supplier's "technical file", to be stored for 10 years.

[6] ISO robot safety standards are developed by ISO TC 299 (Technical Committee 299), with industrial robots handled by WG 3. UR is a very active member of TC299 WG3.

Key safety clauses from ISO 10218-1

§5.10: Robots designed for collaborative operation shall comply with 1 or more of the requirements in§5.10.2 through §5.10.5

§5.10.2 safety-rated monitored stop

A Category 2 stop according to IEC 60204-1, monitored according to functional safety requirements in§5.4.

UR robots: Safeguard Stop safety function fulfils§5.10.2.

§5.10.5 power and force limiting by inherent design or control

Power and force limiting of the robot shall comply with §5.4. If any parameter limit is exceeded, a protective stop shall be issued. Whether an application is collaborative is determined by the application risk assessment. ISO 10218-2 is used for the robot system and robot application – collaborative or non-collaborative.

§5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting

Soft limits are software-defined limits to robot motion. Space limiting is used to define any geometric shape which may be used as an inclusionary or exclusionary zone, either limiting robot motion within the defined space, or preventing the robot from entering the defined space.

With UR robots, the following can be used for §5.12.3:

- *Safety Boundaries (Planes);*
- *Joint Position Limits;*
- *Pose Limits for the tool flange and TCP.*
  With the e-Series, Pose Limits also include the elbow, and two configurable tool offset points with a radius.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

E.2 Таблица 2

UR e-Series robots comply with ISO 10218-1:2011 and the applicable portions of ISO/TS 15066. It is important to note that most of ISO/TS 15066 is directed towards the integrator and not the robot manufacturer. ISO 10218-1:2011, clause 5.10 collaborative operation details 4 collaborative operation techniques as explained below.
It is very important to understand that collaborative operation is of the APPLICATION when in AUTOMATIC mode.

#	ISO 10218-1	Technique	Explanation	UR e-Series
1	**Collaborative Operation** 2011 edition, clause 5.10.2	Safety-rated monitored stop	Stop condition where position is held at a standstill and is monitored as a safety function. Category 2 stop is permitted to auto reset. In the case of resetting and restarting operation after a safety -rated monitored stop, see ISO 10218-2 and ISO/TS 15066 as resumption shall not cause hazardous conditions.	**UR robots' safeguard stop is a safety-rated monitored stop,** See SF2 on page 1. *It is likely, in the future, that "safety-rated monitored stop" will not be called a form of collaborative operation.*
2	**Collaborative Operation** 2011 edition, clause 5.10.3	Hand-guiding	This is essentially individual and direct personal control while the robot is in automatic mode. Hand guiding equipment shall be located close to the end-effector and shall have: • an Emergency Stop pushbutton; and • a 3-position enabling device; and • a safety-rated monitored stop function; and • a settable safety-rated monitored speed function.	**UR robots do not provide hand-guiding for collaborative operation.** Hand-guided teach (free drive) is provided with UR robots but this is for **programming in manual mode** and not for collaborative operation in automatic mode.
3	**Collaborative Operation** 2011 edition, clause 5.10.4	Speed & separation monitoring (SSM) safety functions	SSM is the robot maintaining a separation distance from any operator (human). This is done by monitoring of the distance between the robot system and intrusions to ensure that the MINIMUM PROTECTIVE DISTANCE is assured. Presently, this is accomplished using Sensitive Protective Equipment (SPE), where typically a safety laser scanner detects intrusion(s) towards the robot system and causing 1) dynamic changing of the parameters for the limiting safety functions; or 2) a safety-rated monitored stop condition. Upon detection of the intrusion exiting the protective device's detection zone, the robot is permitted to **a)** resume the "higher" normal safety function limits in the case of 1) above; **b)** resume operation in the case of 2) above. In the case of 2) **b)** restarting operation after a safety -rated monitored stop, see ISO 10218-2 and ISO/TS 15066 for requirements.	**To facilitate SSM, UR robots have the capability of switching between two sets of parameters for safety functions with configurable limits (normal and reduced).** **See Reduced Mode on page 4.** Normal operation can be when no intrusion is detected. It can also be caused by safety planes/ safety boundaries. Multiple safety zones can be readily used with UR robots. For example, one safety zone can be used for "reduced settings" and another zone boundary is used as a safeguard stop input to the UR robot. Reduced limits can also include a reduced setting for the stop time and stop distance limits – to reduce the work area and floorspace.
4	**Collaborative Operation** 2011 edition, clause 5.10.5	Power and force limiting (PFL) by inherent design or control	How to accomplish PFL is left to the robot manufacturer. The robot design and/or safety functions will limit the **energy transfer** from the robot to a person. If any parameter limit is exceeded, a protective stop happens. PFL applications require considering the ROBOT APPLICATION (including the end-effector and workpiece(s), so that any contact will not cause injury. The study performed evaluated pressures to the ONSET of pain, not injury. See Annex A. See ISO/TR 20218-1 End-effectors	**UR robots are power and force limiting robots that were specifically designed to enable collaborative applications where the robot could contact a person and cause no injury.** UR robots have safety functions that can be used to limit motion, speed, momentum, force, power and more of the robot. These safety functions are used in the robot application to thereby lessen pressures and forces caused by the end-effector and workpiece(s).

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

FAQs

Do UR robots comply with ISO 10218-1 (EN ISO 10218-1)?	Yes, both Generation 3 (CB3) and e-Series are certified to comply with EN ISO 10218-1. Often the below questions are asked about UR robots and clauses of EN ISO 10218-1. **§5.7.1: Mode selector which can be locked in each position.** *Automatic and manual mode are usability features and not safety functions for UR robots. Mode locking does not contribute to risk reduction for UR robots because the safeguard stop and all safety functions are operational in all modes. If the INTEGRATION risk assessment determines a mode selector is needed, it can be added and integrated as "mode selector" inputs to the UR safety controller.* **§5.7.3 and §5.8.3: Manual control of the robot from inside the safeguarded space** shall be performed with a reduced speed with an **enabling device**... *UR does not know if there will be a safeguarded space or if programming will take place within the safeguarded space of a non-collaborative application. When PFL robots are integrated into collaborative applications, an enabling device might not be required according to ISO/TS 15066.* *If the INTEGRATION risk assessment determines that an enabling device is needed for risk reduction, it can be added and integrated as inputs to the UR safety controller.* **§5.12.1: Limiting motion by mechanical stops for axis 1** and comply with §5.12.2 or §5.12.3. *UR robots provide axis limiting capabilities completely by §5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting safety functions. Soft axis and space limiting is an acceptable alternate to mechanical stops, as it achieves the same goal.*
	*UR Robots have been certified to comply with both ISO 10218-1 and ISO 13849. UR robots comply with the optional collaborative operation requirements of **§5.10.2** safety-rated monitored stop, **§5.10.5** power and force limiting, and **§5.12.3** safety-rated soft axis and space limiting. Power and force limiting safety functions enable collaborative applications where contact with people is permitted when contact pressure/forces are acceptable.* The robot application determines whether it is collaborative according to the risk assessment. If the application integrates a protective device, e.g. safety laser scanner, with the UR Robot, the application can be a collaborative application according to "Speed and Separation Monitoring".
What is ISO/TS 15066:2016, Technical Specification on Collaborative Robots?	ISO/TS 15066 is a Technical Specification with guidance for collaborative applications to aid integrators. It also includes a research study's results on pain thresholds which can be used for verifying a collaborative (contact permitted) application. Pain thresholds are acknowledged to be more conservative than injury thresholds. Typical workplace safety standards and regulations require an injury-free, not a pain-free workplace.
What is ISO 13849?[7]	ISO 13849-1: provides safety requirements and guidance on the principles for the design and integration of safety-related parts of control systems (SRP/CS), including the design of software. Functional safety performance is expressed as a PFHd (Probability of dangerous failure per hour). ISO 13849-2: specifies the procedures and conditions for the validation by analysis and testing of the specified safety functions, the category and the performance level of the safety function & SRP/CS according to ISO 13849-1.
What is a stop category? *See IEC 60204-1*	"Stop Category" is a classification of how a stop operates. It is described in IEC 60204-1 (NFPA79): — Stop Category 0: A stop by immediate removal of power <to the robot/ robot system>. It is an uncontrolled stop, where the <robot/ robot system> can deviate from the programmed path. — Stop Category 1: A stop with power available to the <robot/ robot system> to achieve the stop <decelerate> and then power is removed after the stop is achieved. It is a controlled stop, where the <robot/ robot system> continues along the programmed path. Power is removed after the stop. — Stop Category 2: A controlled stop with power available <to the robot/ robot system>. The safety-related control system monitors that position is maintained.
What is "Cat 3" or "Category 3"? *See ISO 13849*	Here "Category" refers to the architecture used for functional safety as described in ISO 13849. It is one attribute in the determination of a Performance Level (PL). With Category 3 architecture, a single fault will not lead to a loss of the safety function. "Category 3" is often called "dual channel".
What is "PLd" or "Performance Level d"? *See ISO 13849*	A Performance Level (PL) is a discrete level used to specify the ability of safety-related parts of control systems to perform safety functions under foreseeable conditions. According to ISO 13849, PL=d is highly reliable. PLd is required by ISO 10218 for hazardous robot applications. A PL is described by its PFHd (probability of dangerous failure per hour) where lower mean more reliable (safe) performance.
What is the difference between Emergency stop and Safeguard stop?	Emergency stop functions are to be used for emergencies only. Emergency stop is manually activated by a person pressing the Emergency stop pushbutton. Safeguard stop is used to stop the robot in a safe way, typically triggered by protective devices, e.g. sensitive protective equipment (light curtains, safety scanners), interlocking devices.

[7] Universal Robots publishes a list of the safety functions associated with both Generation 3 (CB3) and e-Series robots. This describes each safety function including what triggers the safety function, the outcome of the safety function, PL, Category, and PFHd value.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Part II

Руководство PolyScope

10 Введение

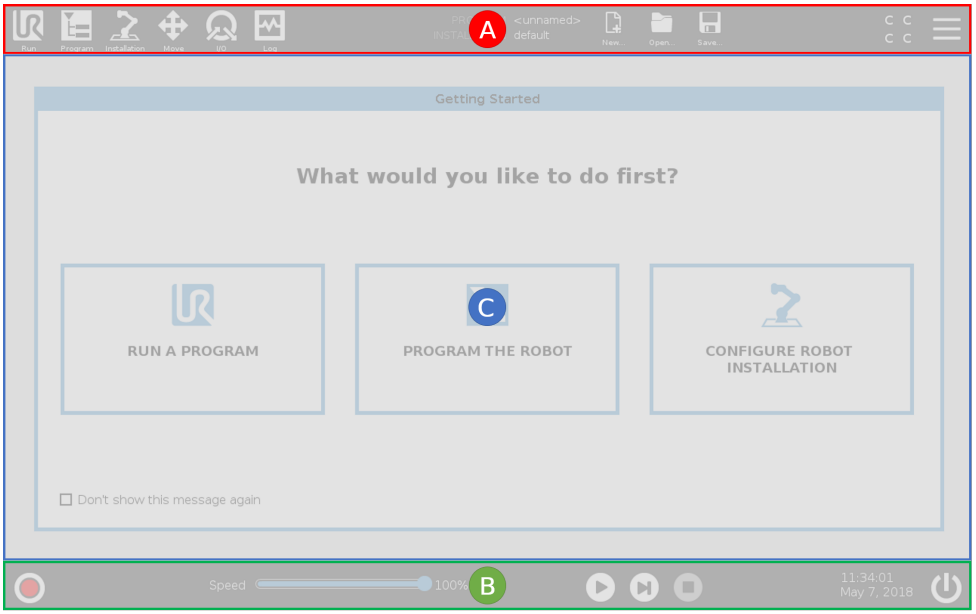
10.1 Базовые знания о PolyScope

PolyScope — это графический пользовательский интерфейс (ГПИ) на подвесном пульте обучения который используется для управления манипулятором робота, блоком управления и выполнением программ.

A : Верхний колонтитул со вкладками/значками, открывающими пользователю интерактивные окна.

B : Нижний колонтитул с кнопками для управления загруженной(-ыми) программой(-ами).

C : Окно с полями для администрирования и контроля действия робота.



Примечание: Во время запуска может появиться диалоговое окно ВкНевозможно продолжитьВнь. Чтобы включить робота, необходимо выбрать Перейти к экрану инициализации.

10.1.1 Значки/вкладки верхнего колонтитула

Выполнить — это простой способ управления роботом с помощью предварительно записанных программ.

Программа создает и/или изменяет программы робота.

Установка конфигурирует настройки манипулятора робота и внешнего оборудования, например, их монтаж и безопасность.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Переместить контролирует и/или регулирует движение робота.

В/В контролирует и задает входные/выходные сигналы в режиме реального времени, поступающие в блок управления и из него.

Журнал показывает состояние робота, а также все предупреждения и сообщения об ошибках.

Менеджер программ и установок выбирает и отображает активную программу и установку (см. 20.4). Примечание: ВкПуть файлаВнь, ВкСоздатьВнь, ВкОткрытьВнь и ВкСохранитьВнь составляют ВкМенеджер программ и установокВнь.

Создать... создает новую программу или установку.

Открыть... открывает предварительно сохраненную программу или установку.

Сохранить... сохраняет программу, установку или обе одновременно.

Примечание: Значки автоматического и ручного режимов отображаются в верхнем колонтитуле, только если задан пароль рабочего режима.

Автоматический указывает на то, что на роботе загружена автоматическая среда. Нажмите на значок для перехода в ручную среду.

Ручной указывает на то, что на роботе загружена ручная среда. Нажмите на значок для перехода в автоматическую среду.

Примечание: Значки местного и дистанционного режима будут доступны, только если включено дистанционное управление.

Местный указывает на то, что роботом можно управлять в местном режиме. Нажмите на значок для перехода в режим дистанционного управления. Для доступа к значку местного режима необходимо задать пароль.

Дистанционный указывает на то, что роботом можно управлять в дистанционном режиме. Нажмите на значок для перехода в режим местного управления.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Контрольная сумма показывает активную конфигурацию безопасности.

Меню Гамбургер открывает доступ к разделам PolyScope ВкСправкаВнь, ВкО программеВнь и ВкНастройкиВнь.

10.1.2 Кнопки нижнего колонтитула

Инициализировать администрирует состояние робота. Если КРАСНЫЙ, нажмите, чтобы перевести робота в рабочее состояние.

Ползунок скорости в реальном времени отображает относительную скорость движения манипулятора робота с учетом настроек безопасности.

Кнопка Симуляция позволяет выбрать выполнение программы в режиме симуляции или с помощью реального робота. При выполнении программы в режиме симуляции манипулятор робота не двигается. Следовательно, робот не может повредить себя или соседнее оборудование в результате столкновения. Если вы не уверены в действиях манипулятора робота, используйте режим симуляции для проверки программ.

Ручное управление на высокой скорости позволяет манипулятору временно работать со скоростью выше 250 мм/с. Данная функция работы при нажатии доступна только в ручном режиме при сконфигурированном 3-позиционном устройстве включения.

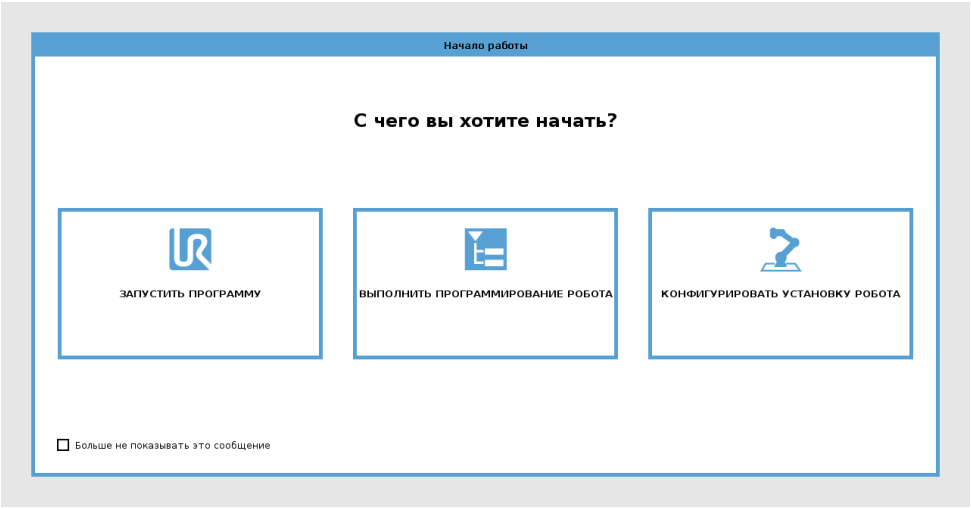
Воспроизвести запускает программу, загруженную на робота в данный момент.

Шаг позволяет отрабатывать программу пошагово.

Остановить останавливает программу, загруженную на робота в данный момент.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

10.2 Экран ВкНачало работыВнь



Запустить программу, запрограммировать робота или сконфигурировать установку робота.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

11 Быстрый запуск

11.1 Базовые знания о манипуляторе робота

Манипулятор Universal Robot представляет собой манипулятор, состоящий из трубок и сочленений. PolyScope используется для координации движений этих сочленений, перемещения робота и позиционирования его инструмента в нужное место за исключением области непосредственно над и под основанием.

Основание – здесь смонтирован робот.

Плечо и локоть выполняют движения большой амплитуды.

Запястья 1 и 2 выполняют движения малой амплитуды.

Запястье 3 здесь присоединяется инструмент робота.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Перед первым запуском робота уполномоченный сборщик робота UR обязан:

1. Прочесть и понять информацию о безопасности, приведенную в разделе Руководство по установке оборудования.
2. Задать параметры конфигурации безопасности, определенные на основании оценки рисков (см. раздел 13).

11.1.1 Установка манипулятора робота и блока управления

PolyScope можно использовать после включения манипулятора робота и блока управления.

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 к роботу и блоку управления.
5. Подключите блок управления к сетевому штепселю.

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

Подробные инструкции по установке см. в Руководство по установке оборудования.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

11.1.2 Включение и выключение блока управления

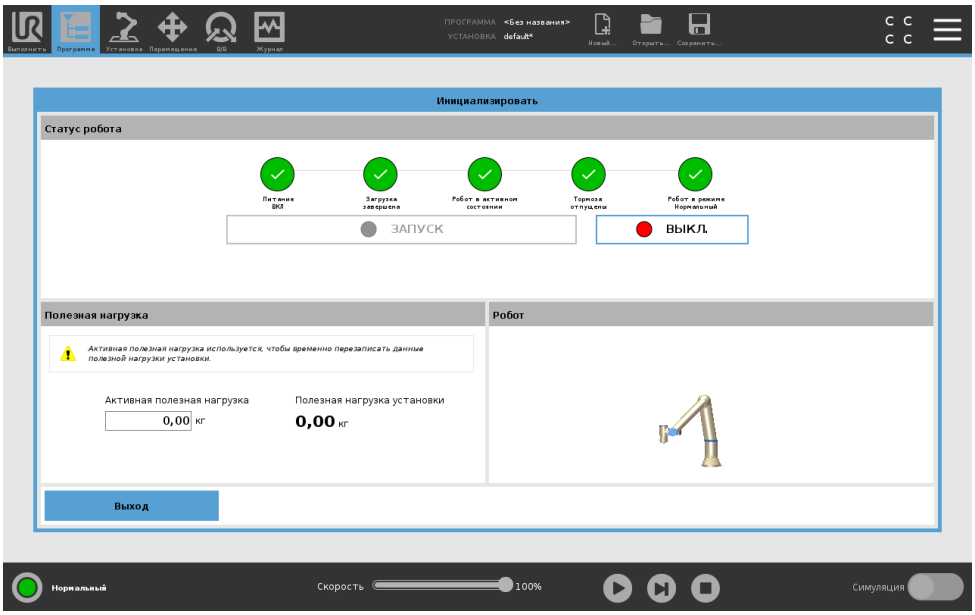
Блок управления, в основном, содержит физические электрические вводы/выводы, соединяющие манипулятор робота, подвесной пульт обучения и периферийное оборудование. Чтобы обеспечить подачу питания на манипулятор робота, необходимо включить блок управления.

1. С правой стороны подвесного пульта обучения нажмите кнопку питания, чтобы включить блок управления.
2. Дождитесь появления текста установленной операционной системы и кнопок.
3. Если открывается диалоговое окно ВкНевозможно продолжитьВнь, выберите Перейти к экрану инициализации, чтобы открыть окно ВкИнициализировать роботаВнь.

11.1.3 Включение и выключение манипулятора робота

В нижней левой части экрана значок Инициализировать отображает состояние манипулятора робота с помощью цветов:

- Красный цвет Манипулятор робота находится в состоянии останова.
- Желтый цвет Питание манипулятора робота включено, но он не готов к работе.
- Зеленый цвет Питание манипулятора робота включено, и он готов к работе.



Примечание: Запуск манипулятора робота сопровождается звуковым сигналом и легкими движениями по мере отпускания тормозов сочленений.

11.1.4 Инициализация манипулятора робота

ОПАСНОСТЬ:
Всегда проверяйте корректность активной нагрузки и установки перед запуском манипулятора робота. Если данные параметры неверны, то манипулятор робота и блок управления будут функционировать некорректно и могут представлять опасность для людей или оборудования.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:
Следите за тем, чтобы манипулятор робота не соприкасался с объектом (например, столом), поскольку столкновение манипулятора робота с препятствием можно повредить редуктор сочленения.

Запуск робота:

1. Нажмите кнопку ВкОКВнь с зеленым светодиодным индикатором, чтобы начать процесс инициализации. Светодиодный индикатор сменится на желтый, что указывает на то, что питание включено, а манипулятор робота находится в состоянии Бездействие.
2. Нажмите кнопку ВкЗАПУСКВнь, чтобы отпустить тормоза.
3. Нажмите кнопку ВкВЫКЛВнь с красным светодиодом, чтобы отключить манипулятор робота.

- После запуска PolyScope необходимо один раз нажать кнопку ВкВКЛВнь для включения питания манипулятора робота. Затем состояние изменится на желтое, что указывает на то, что питание включено, а манипулятор робота находится в состоянии бездействия. Бездействие.
- Когда манипулятор робота находится в состоянии Бездействие, нажмите кнопку ВкЗАПУСКВн чтобы привести в действие манипулятор 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 ВкЗАПУСКВнь приводит к отпусканию тормозов всех сочленений и манипулятор робота становится доступным для работы.

11.2 Быстрый запуск системы

Перед использованием PolyScope убедитесь, что манипулятор робота и блок управления правильно установлены.

1. На Подвесном пульте обучения нажмите кнопку аварийного останова.
2. На подвесном пульте обучения нажмите кнопку питания и дайте системе выполнить запуск и вывести текст на экран PolyScope.
3. На сенсорном экране появляется всплывающее окно, указывающее на то, что система готова и робот требует инициализации.
4. В появившемся диалоговом окне нажмите Перейти к экрану инициализации, чтобы открыть экран инициализации.
5. Разблокируйте кнопку аварийного останова, чтобы изменить состояние робота с Выполнен аварийный останов на Выключение.
6. Выйдите из зоны досягаемости (рабочей зоны) робота.
7. В окне Инициализировать робота коснитесь кнопки ВКЛ. и подождите изменения состояния робота на Бездействие.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

8. Проверьте массу полезной нагрузки в разделе ВкАктивная полезная нагрузкаВнь поля Полезная нагрузка. В поле Робот можно проверить правильность установочного положения.
9. Нажмите кнопку Запустить, чтобы робот отпустил тормозную систему. Примечание: Робот вибрирует и издает звуки щелчков, указывая на готовность к программированию.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Информацию о программировании робота можно получить на домашней странице Universal Robots Academy по адресу www.universal-robots.com/academy/

11.3 Первая программа

Программа является списком команд, который сообщает роботу, что делать. Для большинства задач программирование выполняется с использованием только PolyScope. Обучите манипулятор робота перемещению с помощью серии контрольных точек, которая составляет траекторию манипулятора робота.

Используйте вкладку ВкПереместитьВнь (см. 17), чтобы переместить манипулятор робота в нужное положение, или обучите положению, потянув манипулятор робота на место, удерживая кнопку свободного привода в верхней части подвесного пульта обучения.
Вы можете создать программу, чтобы отправлять сигналы ввода-вывода на другие машины в определенных точках траектории робота, а также чтобы выполнять такие команды, как если. . . то и цикл на основе переменных и сигналов ввода-вывода.

Далее представлена простая программа, которая позволяет манипулятору робота передвигаться между двумя контрольным точками.

1. В верхнем колонтитуле интерфейса PolyScope, меню Путь файла, нажмите Создать и выберите Программа.
2. Под ВкОсновнойВнь, нажмите Контрольная точка, чтобы добавить контрольную точку в дерево программ. MoveJ по умолчанию также добавлено в дерево программ.
3. Выберите новую контрольную точку и нажмите Контрольная точка во вкладке ВкКомандыВнь.
4. На экране ВкПеремещение инструментаВнь переместите манипулятор робота при помощи стрелок движения.
   Вы также можете переместить манипулятор робота, удерживая кнопку свободного привода и перетаскивая его в нужное положение.
5. Как только манипулятор робота будет находится в положении, нажмите кнопку OK и новая контрольная точка будет показана в качестве ВкКонтрольной точки_1Внь.
6. Выполните шаги 2–5, чтобы создать ВкКонтрольную точку_2
   Внь.
7. Чтобы изменить порядок движений, выберите ВкКонтрольную точку_2Внь и нажмите стрелку ВкПереместить наверхВнь пока она не окажется над ВкКонтрольной точкой_1Внь.
8. Держитесь на безопасном расстоянии, удерживайте кнопку аварийного останова и нажмите кнопку Воспроизвести в нижнем колонтитуле интерфейса PolyScope, чтобы

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

переместить манипулятор робота между ВкКонтрольной точкой _1Вњ и ВкКонтрольной точкой _2

Вњ. Поздравляем! Вы создали первую программу робота, по которой манипулятор робота перемещается между двумя заданными контрольными точками.

ПРИМЕЧАНИЕ:

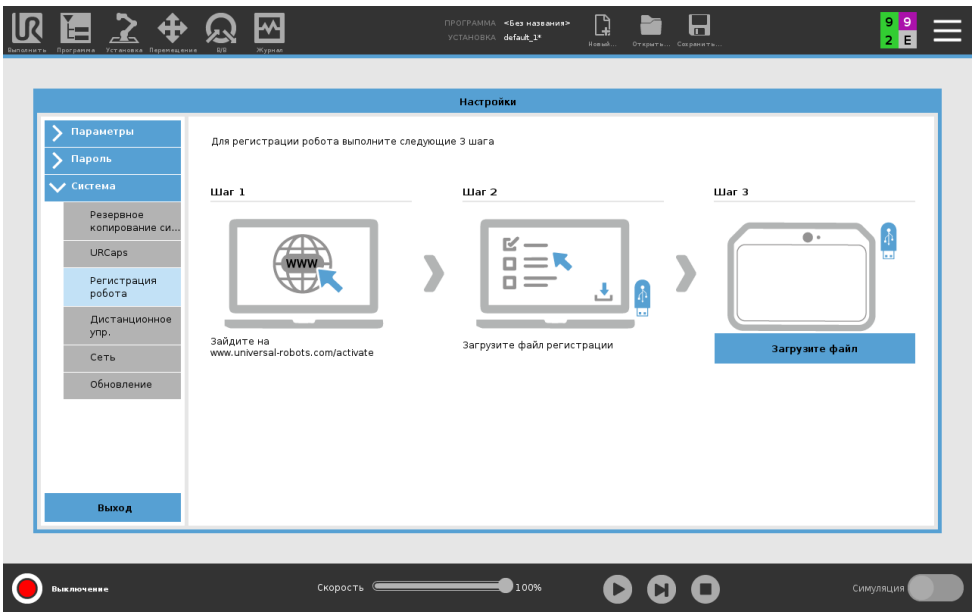
1. Не направляйте робота в самого себя или в другие объекты, которые могут причинить ущерб роботу.
2. Данное руководство является руководством по быстрому запуску и его целью является продемонстрировать простоту использования робота UR. Оно предполагает наличие безопасной среды и очень аккуратного пользователя.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

ВНИМАНИЕ:

Не пересекайте рабочую зону робота. Не помещайте пальцы в места, которые могут вызвать их защемление.

11.4 Регистрация робота и файлы лицензий URCap

Перед использованием URCap удаленной ЦТИ, необходимо зарегистрировать робота и загрузить и установить файлы лицензии URCap (см. 15.8).



Регистрация робота с текущего экрана

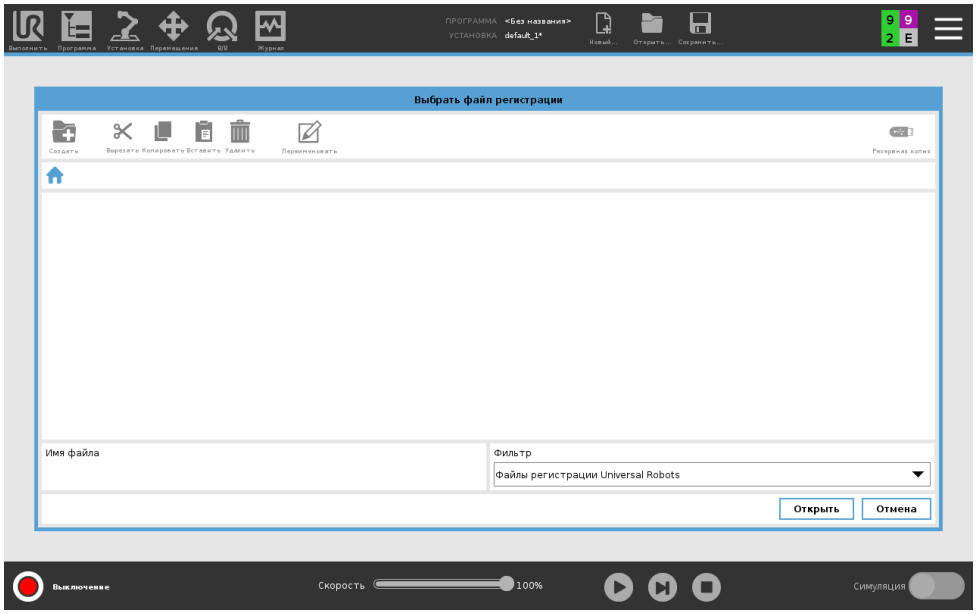
1. В верхнем колонтитуле нажмите на Меню Гамбургер и выберите Настройки.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

2. В меню слева нажмите Система и выберите Регистрация робота, чтобы открылся экран ВкНастроекВнь.
3. Для регистрации робота выполните шаги 1 и 2 на экране.

Загрузка файла лицензии URCap

1. Заполните онлайн-форму и загрузить файл лицензии на свой ПК.
2. Скопируйте файл лицензии на USB-носитель и подключите его к подвесному пульту обучения.
3. На экране ВкНастроекВнь в шаге 3 нажмите Загрузить файл, чтобы открыть экран Выбора файла регистрации.
4. В списке выберите USB-носитель и найдите файл лицензии.
5. Выберите license.p7b и нажмите Открыть, чтобы подтвердить регистрацию робота.
6. Внизу слева нажмите Выйти.



Отмена регистрации робота

Если робот передается от одного владельца другому, необходима новая лицензия. В этом случае сперва необходимо выполнить отмену робота.

1. В верхнем колонтитуле нажмите на Меню Гамбургер и выберите Настройки.
2. В меню слева нажмите Система и выберите Регистрация робота.
3. В нижней правой части экрана ВкНастройкиВнь нажмите Отмена регистрации.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

12 Выбор рабочего режима

12.1 Рабочие режимы

Рабочие режимы включены при настройке 3-позиционного устройства включения, задайте пароль, определите Настраиваемые входы/выходы рабочего режима или при активации через панельный сервер (см. 12.1).

Автоматический режим Если он активен, робот может выполнять только предварительно определенные задачи. Вкладка перемещения и режим свободного привода недоступны, если настроено 3-позиционное устройство включения. Вы не можете изменять или сохранять программы и установки.

Ручной режим Если он активен, то вы можете запрограммировать робота при помощи вкладки перемещения, режима свободного привода и ползунка скорости. Вы можете изменять и сохранять программы и установки.

ВНИМАНИЕ:
Предохранительный останов автоматического режима можно активировать в автоматическом режиме, поэтому защитная функция предохранительного останова активна только в автоматическом режиме.

Рабочий режим	Вручную	Автоматический
Свободный привод	x	*
Перемещение робота стрелками на вкладке перемещения	x	*
Ползунок скорости	x	x**
Редактирование & сохранение программ & установка	x	
Выполнение программ	Пониженная скорость**	x
Запуск программы с выбранного узла	x	

*Только без сконфигурированного 3-позиционного устройства включения.
** В ВкНастройках PolyScopeВнь можно включить отображение ползунка скорости в окне ВкВыполнитьВнь.
*** При сконфигурированном 3-позиционном устройстве включения робот работает в режиме ручного управления на пониженной скорости, если не активирован режим ручного управления на высокой скорости.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Робот Universal Robots не оснащен 3-позиционным устройством включения. Если оценка рисков требует наличия устройства, то оно должно быть прикреплено перед использованием робота.
- Если 3-позиционное устройство включения не сконфигурировано, то скорость в ручном режиме не снижается.

ВНИМАНИЕ:

- Все функционирование всех приостановленных предохранителей должно быть полностью восстановлено перед тем, как выбрать автоматический режим.
- Там, где это возможно, ручной режим работы должен использоваться, только если все присутствующие лица находятся за пределами безопасного пространства.
- Устройство, используемое для переключения между рабочими режимами, должно находиться за пределами безопасного пространства.
- Пользователю запрещается входить в безопасное пространство, когда робот находится в автоматическом режиме, если не настроен вход предохранительного останова автоматического режима.

В следующих подразделах описаны методы конфигурации выбора рабочего режима. Каждый метод исключает остальные, что означает, что использование одного метода отключает остальные два.

Использование безопасного ввода рабочего режима

1. Во вкладке ВкУстановкаВнь, выберите ВкВходы/выходы безопасностиВнь.
2. Настройте ввод рабочего режима. Параметр для конфигурации появляется в раскрывающемся меню.
3. Робот будет находиться в автоматическом режиме при низком логическом уровне входа рабочего режима и в ручном режиме при высоком логическом уровне.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Механический выбор режима, при наличии, должен полностью соответствовать ISO 10218-1: пункт 5.7.1 для выбора.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

С помощью PolyScope

1. Задайте пароль (см. 21.3.2) для переключения между рабочими режимами.
2. Чтобы переключаться между режимами, выбирайте значки профилей в верхнем колонтитуле.

Примечание: PolyScope автоматически переключается в ручной режим при включении конфигурации входов/выходов безопасности с 3-позиционным устройством включения.

С помощью панельного сервера

1. Подключитесь к панельному серверу.
2. Используйте команды Задать рабочий режим.
   - Задать автоматический рабочий режим
   - Задать ручной рабочий режим
   - Сбросить рабочий режим

См. http://universal-robots.com/support/ за подробной информацией об использовании панельного сервера.

12.2 3-позиционное устройство включения

Когда 3-позиционное устройство включения сконфигурировано, а рабочим режимом выбран ручной режим, робота можно перемещать только нажатием 3-позиционного устройства включения.
3-позиционное устройство включения не влияет на работу автоматического режима. Для использования предохранительного останова автоматического режима необходимо подключить и настроить 3-позиционное устройство включения.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Подключенное 3-позиционное устройство включения должно отвечать требованиям стандарта ISO 10218-1: пункт 5.8.3 для устройств включения.

12.2.1 Ручное управление на высокой скорости

Функция работы при зажатии, Ручное управление на высокой скорости, позволяет манипулятору временно работать со скоростью выше 250 мм/с. Она доступна, только когда робот находится в ручном режиме с настроенным 3-позиционным устройством включения. В ручном режиме робот выполнит предохранительный останов, если 3-позиционное устройство включения настроено, но не нажато. Чтобы переключиться между автоматическим и ручным режимом, необходимо полностью отпустить 3-позиционное устройство включения и повторно нажать на него, чтобы позволить роботу двигаться.
Примечание: Используйте пределы безопасности сочленений (см. 13.2.4) или плоскости безопасности (см. 13.2.5) для ограничения пространства, в котором робот может двигаться при ручном управлении на высокой скорости.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

13 Конфигурация безопасности

13.1 Базовые знания о настройках безопасности

В этом разделе описана процедура доступа к настройкам безопасности робота. В нем представлены элементы, которые помогут настроить конфигурацию безопасности робота.

ОПАСНОСТЬ:
Перед конфигурацией настроек безопасности робота сборщик обязан выполнить оценку риска, чтобы гарантировать безопасность персонала и оборудования вокруг робота. Оценка риска – это анализ всех рабочих процедур на протяжении всего срока службы робота, который проводится с целью применения правильных настроек конфигурации безопасности (см. Руководство по установке оборудования). Согласно оценке риска сборщиком требуется выполнить следующее:

1. Сборщик системы должен не допускать неуполномоченных лиц к изменению конфигурации безопасности. Для этого следует использовать, например, защиту паролем.
2. Использовать и конфигурировать функций, связанных с безопасностью, а также интерфейсов в соответствии с определенным применением робота (см. Руководство по установке оборудования).
3. Настройки конфигурации безопасности для регулировки и обучения до первого включения манипулятора робота.
4. Все настройки конфигурации безопасности доступны в этом окне и его вкладках.
5. Сборщик должен удостовериться в том, что все изменения настроек конфигурации безопасности выполняются в соответствии с оценкой риска.

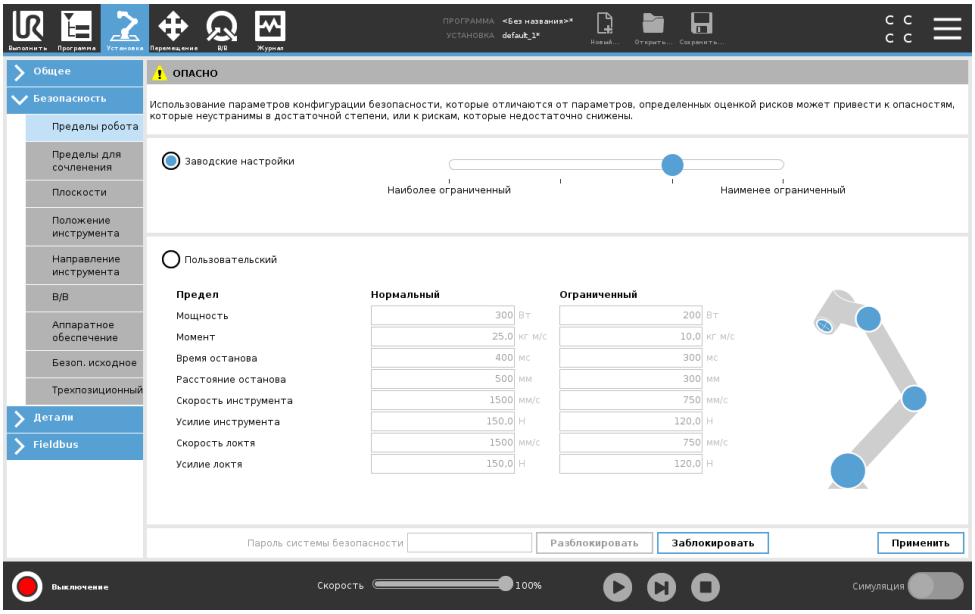
13.1.1 Доступ к конфигурации безопасности

Примечание: Настройки безопасности защищены паролем, и их можно сконфигурировать только после того, как пароль задан и впоследствии используется.

1. В верхнем колонтитуле PolyScope нажмите на значок Установка.
2. В боковом меню в левой части экрана нажмите Безопасность.
3. Убедитесь, что отображается окно Пределы робота, но настройки недоступны.
4. Если Пароль системы безопасности предварительно задан, введите пароль и нажмите Разблокировать, чтобы получить доступ к настройкам. Примечание: После деблокировки настроек безопасности все настройки активны.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

5. Нажмите вкладку Заблокировать или выйдите из меню ВкБезопасностьВнь, чтобы снова заблокировать все настройки безопасности.



Дополнительную информацию о системе безопасности см. в Руководстве по установке оборудования.

13.1.2 Установка пароля системы безопасности

Чтобы деблокировать все настройки безопасности, составляющие конфигурацию безопасности, необходимо задать пароль.
Примечание: Если пароль системы безопасности отсутствует, появляется запрос на его установку.

1. В правом углу верхнего колонтитула PolyScope нажмите на меню Гамбургер и выберите Настройки.
2. С левой стороны экрана, в синем меню, нажмите Пароль и выберите Безопасность.
3. В поле Новый пароль введите пароль.
4. Теперь в поле Подтвердите новый пароль введите тот же пароль и нажмите Применить.
5. Внизу слева на синем меню нажмите Выход, чтобы вернуться к предыдущему окну.

Примечание: Вы можете нажать на вкладку Заблокировать, чтобы заблокировать все настройки безопасности или просто перейти к окну за пределами меню ВкБезопасностьВнь.

13.1.3 Изменение конфигурации безопасности

Изменения в настройках конфигурации безопасности должна соответствовать оценке риска, проведенной сборщиком (см. Руководство по установке оборудования).

Рекомендованная процедура:

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

1. Убедитесь, что изменения соответствуют оценке рисков, выполненной сборщиком.
2. Отрегулируйте настройки безопасности до соответствующего уровня, определенному оценкой рисков, выполненной сборщиком.
3. Убедитесь, что применены настройки.
4. Добавьте следующий текст в руководство оператора:

ВкПеред началом работы вблизи робота, убедитесь в том, что конфигурация безопасности соответствует ожидаемой. Для этого, к примеру, проверьте, не изменилась ли контрольная сумма в правом верхнем углу PolyScope.Вњ

13.1.4 Применение новой конфигурации безопасности

Во время внесения изменений в конфигурацию робот выключен. Изменения вступают в силу только после нажатия кнопки Применить. Робота невозможно снова включить, пока не будет нажата кнопка Применить и перезапустить или Отменить изменения. Первый вариант позволяет зрительно проверить конфигурацию безопасности робота, которая по соображениям безопасности отображается во всплывающем окне в единицах СИ. По окончании зрительной проверки можно Подтвердить конфигурацию безопасности, и изменения автоматически сохранятся как часть текущей установки робота.

13.1.5 Контрольная сумма безопасности

Значок контрольной суммы безопасности отображает применяемую конфигурацию безопасности робота и читается сверху вниз и слева направо, например, BF4B. Различный текст и/или цвет указывает на изменения в применимой конфигурации.

Примечание:

- Контрольная сумма безопасности меняется только при изменении настроек функций безопасности так как только настройки безопасности задают контрольную сумму безопасности.
- Вы должны применить свои изменения конфигурации безопасности, чтобы они отобразились в контрольной сумме безопасности.

13.2 Настройки меню безопасности

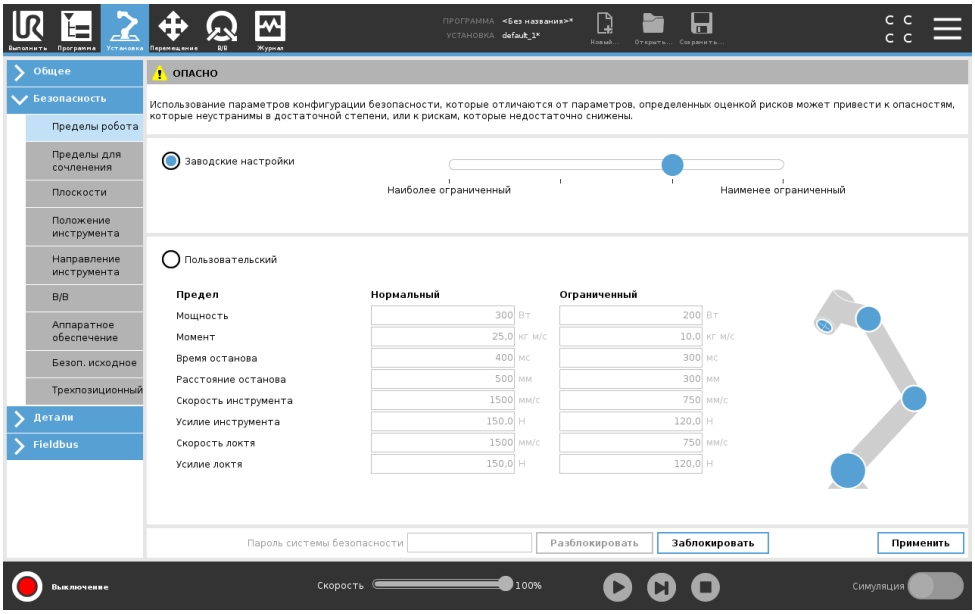
В этом разделе описаны настройки меню безопасности, которые составляют конфигурацию безопасности робота.

13.2.1 Пределы робота

Пределы робота позволяют ограничить основные движения робота. Окно ВкПределы роботаВњ предлагает два варианта конфигурации: Заводские настройки и Пользовательские.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

1. В заводских настройках можно использовать ползунок для выбора предварительно заданных настроек безопасности. Значения в таблице обновляются, отображая предварительно заданные значения, в диапазоне от Наиболее ограниченные до Наименее ограниченные Примечание: Значения на ползунке являются лишь рекомендательными и не должны заменять тщательную оценку рисков.



2. В разделе ВкПользовательскиеВнь можно задать пределы для работы робота и контролировать соответствующие допуски.

   Мощность ограничивает максимальную механическую работу, которую производит робот в среде.

   Примечание: этот предел считает полезную нагрузку частью робота, а не среды.

   Момент ограничивает максимальный момент робота.

   Время останова ограничивает максимальное время, которое требуется роботу для остановки, например, при задействовании аварийного останова.

   Расстояние останова ограничивает максимальное расстояние, которое инструмент или локоть робота могут пройти во время остановки.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Ограничение времени и расстояния остановки влияет на общую скорость робота. Например, если задано время остановки 300 мс, максимальная скорость робота ограничена так, чтобы он мог остановиться за 300 мс.

   Скорость инструмента ограничивает максимальную скорость инструмента.

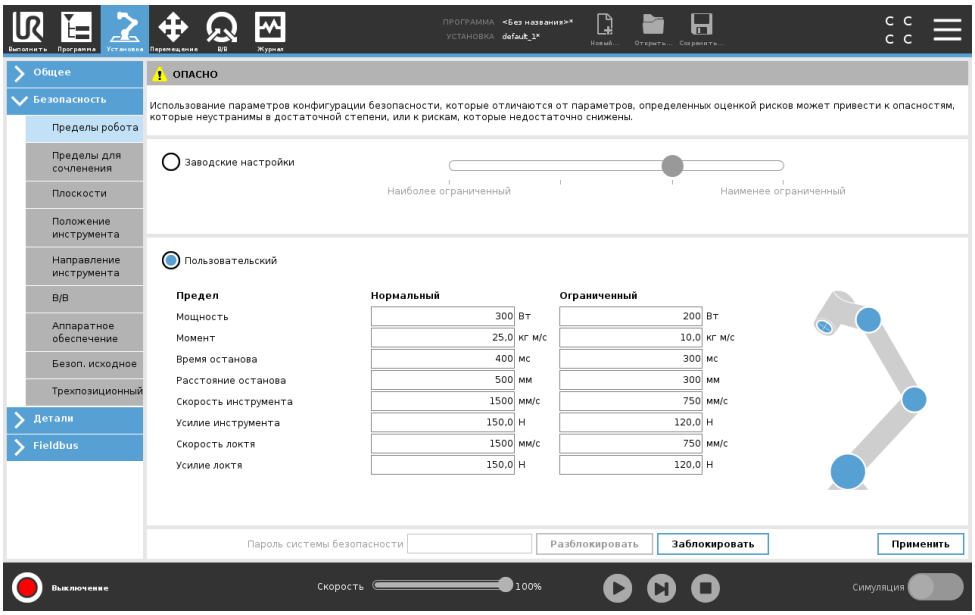
   Усилие инструмента ограничивает максимальное усилие инструмента, которое инструмент робота прилагает при зажатии.

   Скорость локтя ограничивает максимальную скорость локтя.

   Усилие локтя ограничивает максимальное усилие, которое может прилагать локоть к своей среде.

   Скорость и усилие инструмента ограничены фланцем для подсоединения инструмента и центром двух заданных пользователем положений инструмента, см. 13.2.8.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



ПРИМЕЧАНИЕ:
Все пределы робота можно вернуть на Заводские настройки, чтобы сбросить их на значения по умолчанию.

13.2.2 Режимы безопасности

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

Обычный режим – режим безопасности, активный по умолчанию

Ограниченный режим активен в случае расположения Центральной точки инструмента (ЦТИ) робота за пределам плоскости Ограниченного режима при срабатывании (см. 13.2.5), или в случае его активации настраиваемым входом (см. 13.2.10)

Режим восстановления активизируется 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, которые пользователь не может настраивать. Подробнее о пределах режима восстановления см. Руководство по установке оборудования.

ВНИМАНИЕ:
В режиме восстановления отключены пределы для положения сочленения, положения инструмента и ориентации инструмента, поэтому следует соблюдать предосторожность при возврате манипулятора робота в границы пределов.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Меню ВкКонфигурация безопасностиВнь 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.

13.2.3 Отклонения

В конфигурации безопасности указываются пределы системы безопасности. Система безопасности получает значения из полей ввода и определяет нарушение данных значений, если какое-либо из них превышено. Контроллер робота пытается предотвратить какие-либо нарушения путем защитного останова или снижения скорости. Это означает, что программа может не быть способна выполнять движения близко к пределу.

ВНИМАНИЕ:
Допуски зависят от версии программного обеспечения. Обновление программного обеспечения может привести к изменению допусков. Список изменений в версии ПО приведен в заметках к выпуску.

13.2.4 Пределы для сочленения

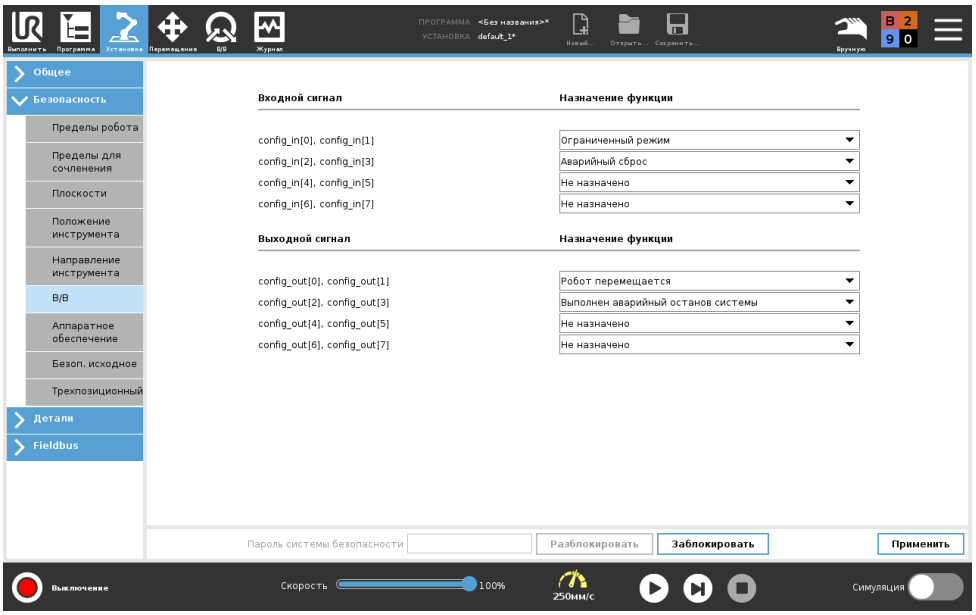
Пределы для сочленения позволяют ограничивать отдельные движения сочленений робота в пространстве обобщенных координат, т. е. вращательное положение и скорость вращения сочленения. Существует два варианта пределов для сочленения: Максимальная скорость и диапазон положения.

Диапазон положения Запястья 3 по умолчанию не ограничен. При использовании кабелей, подключенных к роботу, необходимо сначала снять флажок с Неограниченный диапазон для Запястья 3, чтобы снять напряжение с кабелей и защитный останов.

1. Максимальная скорость определяет максимальную угловую скорость каждого сочленения.

2. Диапазон положения определяет диапазон положений для каждого сочленения. В этом случае поля ввода для ограниченного режима также отключены, если отсутствует плоскость безопасности или конфигурируемый набор входных сигналов для ее срабатывания. Этот предел позволяет безопасной программируемой оси ограничивать робота.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



13.2.5 Плоскости

ПРИМЕЧАНИЕ:
Конфигурация плоскостей полностью основана на объектах. Поэтому мы рекомендуем создать и проименовать все объекты перед изменением конфигурации безопасности, так как робот выключен после деблокировки вкладки ВкБезопасностьВнь и движение робота не возможно.

Плоскости безопасности ограничивают рабочую зону робота. Вы можете задать до восьми плоскостей безопасности, ограничив инструмент и локоть робота. Вы также можете ограничить движения локтя для каждой плоскости безопасности и отключить ограничение, отменив выбор флажка. Перед конфигурированием плоскостей безопасности необходимо задать объект в установке робота (см. 16.1.4). Затем объект можно скопировать в окно безопасной плоскости и сконфигурировать.

ВНИМАНИЕ:
Установка плоскостей безопасности только создает пределы для заданных сфер инструмента и локтя, а не общие пределы для манипулятора робота. Это означает, что установка плоскости безопасности не гарантирует, что на другие компоненты манипулятора робота будут распространяться такое же ограничение.

Режимы

Каждую плоскость можно сконфигурировать с ограничительными режимами с помощью нижеперечисленных значков.

Отключено Плоскость безопасности всегда неактивна в этом состоянии.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Нормальный В случае нахождения системы безопасности в нормальном режиме, нормальная плоскость активна и выступает в качестве строгого предела положения.

Ограниченный В случае нахождения системы безопасности в ограниченном режиме, плоскость ограниченного режима активна и выступает в качестве строгого предела положения.

Нормальный & ограниченный В случае нахождения системы безопасности в нормальном или ограниченном режимах, плоскость нормального и ограниченного режима активна и выступает в качестве строгого предела положения.

Ограниченный режим при срабатывании Плоскость безопасности переводит систему безопасности в ограниченный режим, если инструмент или локоть робота выходит за ее пределы.

 Показать При нажатии этого значка плоскости безопасности отображаются на графике или скрываются с него.

Удалить Удаление созданной плоскости безопасности (примечание: для этого действия отсутствует возможность отмены/повтора команды, поэтому если плоскость удалена по ошибке, ее необходимо создать заново).

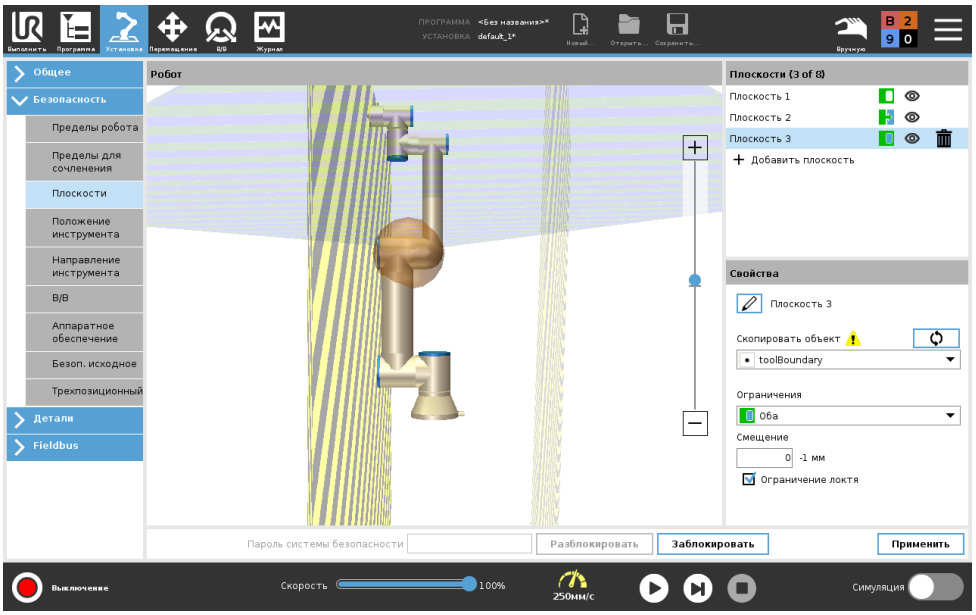
Переименовать При нажатии этого значка можно переименовать плоскость.

Конфигурация плоскостей безопасности

1. В верхнем колонтитуле PolyScope нажмите Установка.
2. В боковом меню с левой стороны экрана нажмите ВкБезопасностьВнь и выберите Плоскости.
3. В верхней правой части окна, в поле ВкПлоскостиВнь, нажмите Добавить плоскость.
4. В нижней правой части экрана, в поле Свойства, задайте ВкИмяВнь, ВкСкопировать объектВнь и ВкОграниченияВнь. Примечание: В поле Скопировать объект доступны только ВкНеопределеннoВнь и ВкОснованиеВнь. Сконфигурированную плоскость безопасности можно сбросить, выбрав Неопределенно

Если скопированный объект изменен в окне ВкФункцииВнь, справа от текста ВкСкопировать объектВнь появляется предупреждающий значок. Это означает, что объект находится вне синхронизации, т. е. информация в карте свойств не обновляется и не отражает изменений, которые могли быть внесены в объект.

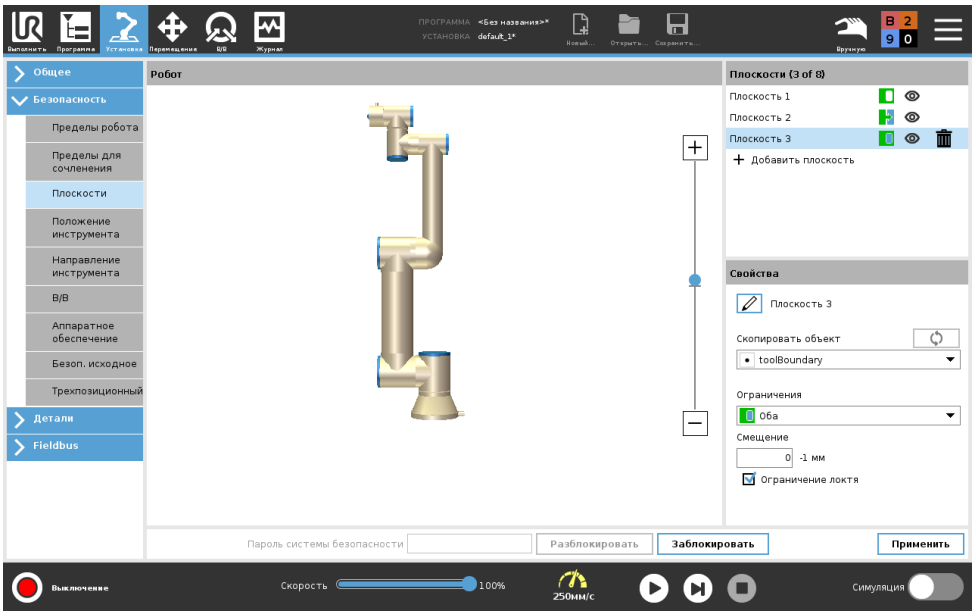
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



Локоть

Можно задать ограничение локтя, чтобы не допустить прохождения локтевого сочленения робота через любую из заданных плоскостей. Чтобы разрешить прохождение через плоскости, отмените ВкОграничение локтяВнь.

Цветовая кодировка



Серый Плоскость сконфигурирована, но отключена (A)

Желтый & черный Нормальная плоскость (B)

Синий & зеленый Плоскость срабатывания (C)

Черная стрелка Сторона плоскости, с которой разрешается располагаться инструменту и/или локтю (для нормальных плоскостей)

Зеленая стрелка Сторона плоскости, с которой разрешается располагаться инструменту и/или локтю (для плоскостей срабатывания)

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Серая стрелка Сторона плоскости, с которой разрешается располагаться инструменту и/или локтю (для отключенных плоскостей)

13.2.6 Свободный привод

Свободный привод позволяет вручную перемещать манипулятор робота в нужное положение. Сочленения двигаются с небольшим сопротивлением, так как тормоза отпущены. Пока манипулятор робота перемещается вручную, он находится в режиме свободного привода (см. 12.1).

По мере того как манипулятор робота в режиме свободного привода достигает заданного предела или плоскости (см. 13.2.5), сопротивление увеличивается. Поэтому перемещать робота в новое положение становится труднее.

Режим свободного привода можно включить следующими способами:

- С помощью кнопки свободного привода;
- С помощью ВкДействий входов/выходовВнь (см. 16.1.4)
- С помощью кнопки свободного привода на экране вкладки ВкПереместитьВнь (см. 17.2)

Использование кнопки свободного привода

1. Нажмите и удерживайте зажатой кнопку свободного привода на подвесном пульте обучения.
2. Переместите манипулятор робота в нужное положение.

13.2.7 Обратный проход

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.

Включение функции Обратный проход

1. На экране Инициализировать нажмите ВКЛ, чтобы запустить последовательность включения.
2. Когда робот будет в состоянии Бездействие, нажмите и удерживайте кнопку Свободный привод. Робот перейдет в состояние Обратный проход.
3. Тормоза будут отпущены только в сочленениях, на которые оказывается сильное давление. Пока включена/нажата кнопка Свободный привод. При использовании функции Обратный проход манипулятор робот будет ощущаться тяжелым при перемещении.

13.2.8 Положение инструмента

На экране Положение инструмента можно задавать больше контролируемых ограничений для инструментов и/или принадлежностей, расположенных на конце манипулятора робота.

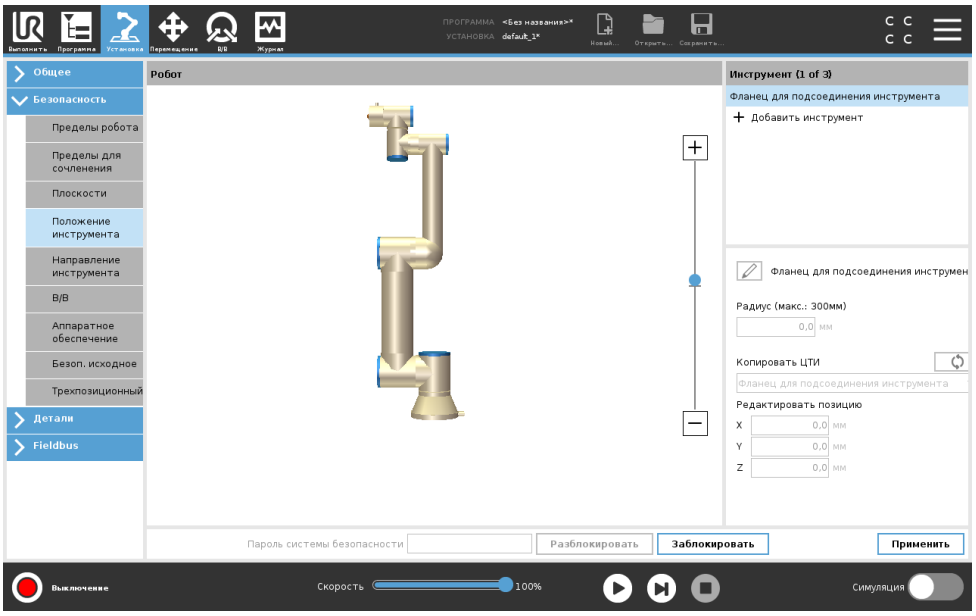
Робот позволяет визуализировать изменения.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Инструмент позволяет задавать и конфигурировать макс. два инструмента.

Инструмент_1 является инструментом по умолчанию со значениями x=0,0, y= 0,0, z=0,0 и радиусом=0,0. Эти значения представляют собой фланец для подсоединения инструмента.
Примечание:

- В поле ВкКопировать ЦТИВнь также можно выбрать Фланец для подсоединения инструмента, после чего значения инструмента будут сброшены на 0.
- На фланце для подсоединения инструмента задается сфера по умолчанию.



Для заданных пользователем инструментов можно изменить следующие параметры:

Радиус – изменение радиуса всей сферы. Радиус учитывается при использовании плоскостей безопасности. Если точка на сфере проходит плоскость срабатывания в ограниченном режиме, робот переключается в Ограниченный режим. Система безопасности предотвращает прохождение любой точки сферы через плоскость безопасности (см. 13.2.5).

Положение – изменение положение инструмента относительно фланца для подсоединения инструмента робота. Положение учитывается функциями безопасности для скорости инструмента, усилия инструмента, расстояния останова и плоскостей безопасности.

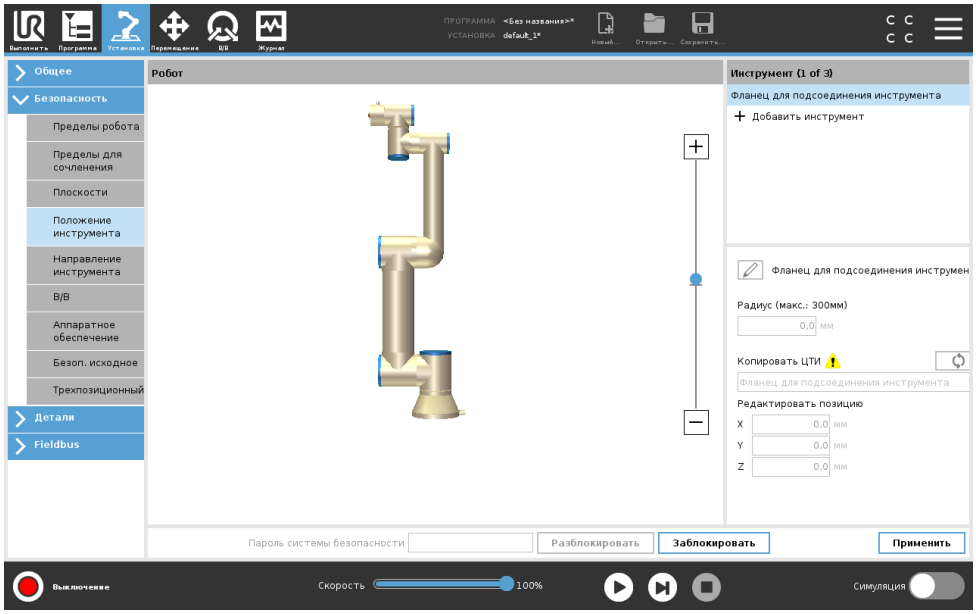
Существующую центральную точку инструмента можно использовать как основание для определения новых положений инструмента. Копия существующей ЦТИ, предварительно заданной в меню ВкОбщееВнь в окне ЦТИ, доступна в меню ВкПоложение инструментаВнь, в раскрывающемся списке ВкКопировать ЦТИВнь.
При редактировании и корректировке значений в полях ввода редактирование позиции имя ЦТИ в раскрывающемся меню изменяется на пользовательская, указывая на то, что скопированная ЦТИ и фактический предел ввода различаются. Оригинальная ЦТИ остается доступна в раскрывающемся меню, и ее снова можно выбрать, чтобы вернуть значения к оригинальной позиции. Выбор в раскрывающемся меню копии ЦТИ не влияет на имя инструмента.
После внесения изменений в окно положения инструмента, если вы захотите изменить скопированную ЦТИ в окне конфигурации ЦТИ, справа от текста ВкСкопировать функциюВнь

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

появляется предупреждающий значок. Это означает, что ЦТИ находится вне синхронизации, т. е. информация в поле свойств не обновляется и не отражает изменений, которые могли быть внесены в ЦТИ. ЦТИ можно синхронизировать, нажав на значок синхронизации (см. 16.1.1).

Примечание: ЦТИ не нужно синхронизировать для успешного определения и использования инструмента.

Инструмент можно переименовать, нажав на кнопку с карандашом рядом с отображаемым именем инструмента. Также можно задать радиус в разрешенном диапазоне 0 – 300 мм. Предел отображается на графической плоскости в виде точки или сферы в зависимости от размера радиуса.



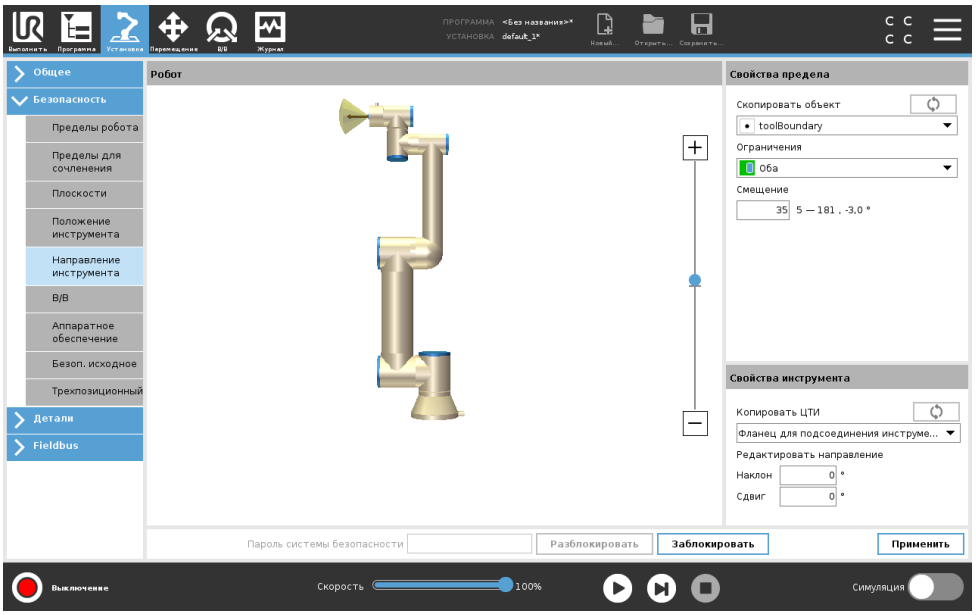
13.2.9 Направление инструмента

Экран направления инструмента можно использовать для ограничения угла наведения инструмента. Предел определяется сектором, который имеет фиксированную ориентацию относительно основания манипулятора робота. По мере перемещения манипулятора робота направление инструмента ограничено, так что он остается в пределах заданного сектора. Направление инструмента по умолчанию совпадает с осью Z выходного фланца инструмента. Его можно изменить, применив углы наклона и сдвига.

Перед конфигурированием предела необходимо задать точку или плоскость в установке робота (см. 16.3). Затем объект можно скопировать и использовать его ось Z как центр сектора, определяющего предел.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Конфигурация направления инструмента основана на объектах. Мы рекомендуем создать нужный(-ые) объект(-ы) до редактирования конфигурация безопасности, так как после деблокировки вкладки ВкБезопасностьВнь манипулятор робота отключается, и задать новые объекты невозможно.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



Свойства предела

Для предела направления инструмента можно сконфигурировать три свойства:

1. Центр сектора: Можно выбрать объект точки или плоскости из раскрывающегося меню, чтобы задать центр сектора. Ось Z выбранного объекта используется в качестве направления, вокруг которого выполняется центровка сектора.
2. Угол сектора: Вы можете определить, на сколько градусов робот может отклоняться от центра.

Отключенный предел направления инструмента не активен никогда

Нормальный предел направления инструмента активен, только если система безопасности находится в нормальном режиме.

Ограниченный предел направления инструмента активен, только если система безопасности находится в ограниченном режиме.

Нормальный & ограниченный предел направления инструмента активен, только если система безопасности находится в нормальном режиме, а также в ограниченном режиме.

Вы можете сбросить параметры до значений по умолчанию или отменить конфигурацию направления инструмента, вернув функцию копии в состояние ВкНеопределенноВнь.

Свойства инструмента

По умолчанию инструмент указывает в том же направлении, что и ось Z выходного фланца инструмента. Это положение можно изменить путем ввода двух углов:

Угол наклона: Определяет размер наклона оси Z выходного фланца относительно оси X выходного фланца.

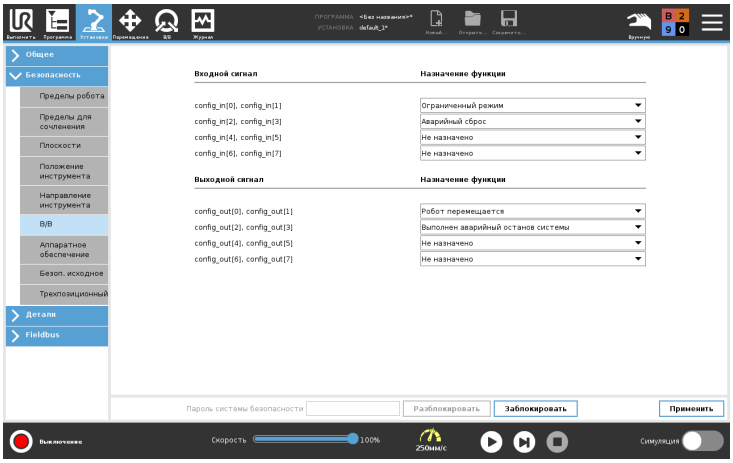
Угол сдвига: Определяет размер вращения наклоненной оси Z вокруг исходного положения оси Z выходного фланца.

В качестве альтернативы ось Z существующей ЦТИ можно скопировать, выбрав соответствующую ЦТИ из раскрывающегося меню.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

13.2.10 В/В

Вводы-выводы разделены на вводы и выводы и попарно размещены так, что каждая функция предоставляет категорию 3 и вводы-выводы ПЛУ.



Входные сигналы

Для входных сигналов можно использовать следующие функции безопасности:

Аварийный останов системы Эта кнопка аварийного останова является альтернативой кнопке на подвесном пульте обучения и выполняет идентичную функцию, если устройство соответствует стандарту ISO 13850.

Ограниченный режим Все пределы безопасности можно применять в нормальном или ограниченном режиме (см. 13.2.2). При соответствующей конфигурации подача на входы низкого сигнала приводит к переходу системы безопасности в ограниченный режим. Манипулятор робота замедляется для соответствия требованиям набора пределов ограниченного режима. Система безопасности гарантирует, что робот окажется в пределах ограниченного режима менее чем за 0,5 с после задействования входа. Если манипулятор робота продолжает нарушать пределы ограниченного режима, то будет выполнен останов категории 0. Возврат в обычный режим осуществляется таким же образом. Примечание: плоскости срабатывания также могут вызывать переход в ограниченный режим.

3-позиционное устройство включения В ручном режиме для перемещения робота необходимо нажать 3-позиционное устройство включения.

Рабочий режим Данный вход может использоваться для переключения между автоматическим режимом и ручным режимом (см. 12.1).

Предохранительный сброс При предохранительном останове этот выход обеспечивает сохранение состояния предохранительного останова до задействования сброса.

Предохранительный останов автоматического режима После настройки предохранительный останов автоматического режима выполняет предохранительный останов, когда входные контакты имеют низкое значение, и робот находится в автоматическом режиме.

Предохранительный сброс авто. режима При предохранительном сбросе автоматического режима робот остается в состоянии предохранительного останова автоматического режима, пока передний фронт на входных контактах не выполнит сброс.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

ВНИМАНИЕ:

- Если вход предохранительного сброса будет отключен, манипулятор робота выйдет из состояния предохранительного останова сразу после получения высокого сигнала. Программа приостановлена только на время предохранительного останова.
- Так же как предохранительный сброс, если предохранительный останов автоматического режима по умолчанию отключен, то манипулятор робота не переходит в состояние предохранительного останова после получения высокого входного сигнала предохранительного останова автоматического режима. Программа приостановлена только на время предохранительного останова автоматического режима.

Выходные сигналы

Для выходных сигналов можно задать следующие функции 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 ВкАварийного остановаВнь с помощью входа ВкАварийный останов роботаВнь или при нажатии кнопки ВкАварийный остановВнь. Во избежание блокировок низкий сигнал не будет подаваться, если состояние аварийного останова инициируется с помощью входа ВкАварийный останов системыВнь.

Робот перемещается – низкий сигнал, если робот перемещается, в ином случае высокий.

Робот не останавливается – высокий сигнал при остановленном роботе или в процессе его останова из-за аварийного или предохранительного останова. В противном случае логический уровень будет низким.

Ограниченный режим – 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.

Безопасное начальное положение – высокий сигнал, если манипулятор робота остановлен в сконфигурированном безопасном начальном положении. В противном случае подается низкий сигнал.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Любые внешние механизмы, получающие состояние аварийного останова от робота через выход ВкАварийный останов системыВнь, должны соответствовать требованиям стандарта ISO 13850. Это особенно необходимо в установках, где вход ВкАварийный останов роботаВнь 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.

13.2.11 Аппаратное обеспечение

Робота можно использовать, не прикрепляя подвесной пульт обучения. При снятии подвесного пульта обучения необходимо задать другой источник аварийного останова. Во избежание срабатывания сигнала нарушения безопасности необходимо указать, прикреплен ли подвесной пульт обучения.

Выбор доступного оборудования

Робота можно использовать без PolyScope в качестве интерфейса программирования.

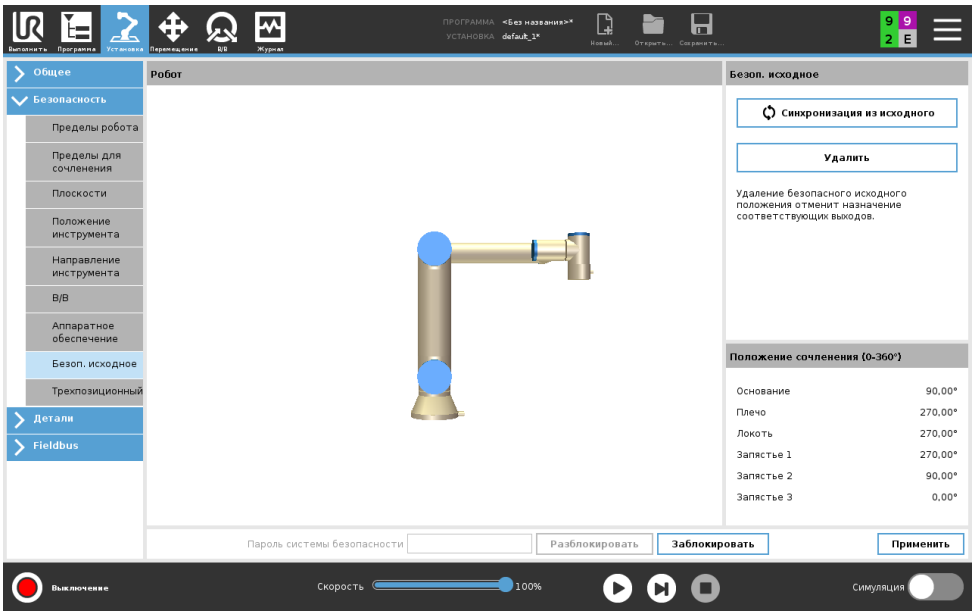
1. В верхнем колонтитуле нажмите Установка.
2. В боковом меню действий слева нажмите Безопасность и выберите Аппаратное обеспечение.
3. Введите пароль системы безопасности и Разблокируйте экран.
4. Отмените выбор подвесного пульта обучения, чтобы использовать робота без интерфейса PolyScope.
5. Нажмите Сохранить и перезапустить, чтобы принять изменения.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:
Если подвесной пульт обучения снят или отсоединен от робот, то кнопка аварийного останова станет неактивной. Подвесной пульт обучения следует на достаточном расстоянии от робота.

13.2.12 Безопасное начальное положение

Безопасное начальное положение — это положение возврата, определенное пользовательским начальным положением. Входы/выходы безопасного начального положения активны, когда манипулятор робота находится в безопасном начальном положении и при заданном входе/выходе безопасного начального положения. Манипулятор робота находится в безопасном начальном положении, если положения сочленений находятся на заданных углах сочленений или на нескольких 360 градусов.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



Синхронизация с начальным положением

1. В верхнем колонтитуле нажмите Установка.
2. В боковом меню слева нажмите Безопасность и выберите Безопасное начальное положение.
3. В разделе Безопасное начальное положение нажмите Синхронизировать с начальным положением.
4. В появившемся диалоговом окне нажмите Применить и выберите Применить и перезапустить.

Выход безопасного начального положения

Перед настройкой выход безопасного начального положения необходимо определить безопасное начальное положение (см. 13.2.10).

Определение выхода безопасного начального положения

1. В верхнем колонтитуле нажмите Установка.
2. В боковом меню в левой части экрана нажмите Безопасность и выберите Вход-выход.
3. На экране ВкВход-выходВнь в разделе ВкВыходные сигналыВнь и ВкНазначение функцииВнь в раскрывающемся списке выберите Безопасное начальное положение.
4. В появившемся диалоговом окне нажмите Применить и выберите Применить и перезапустить.

Изменение безопасного начального положения

После изменения начального положения не происходит автоматическое изменение ранее заданного безопасного начального положения. Узел программы начального положение остается неопределенным пока эти значения не синхронизированы.

Изменение безопасного начального положения

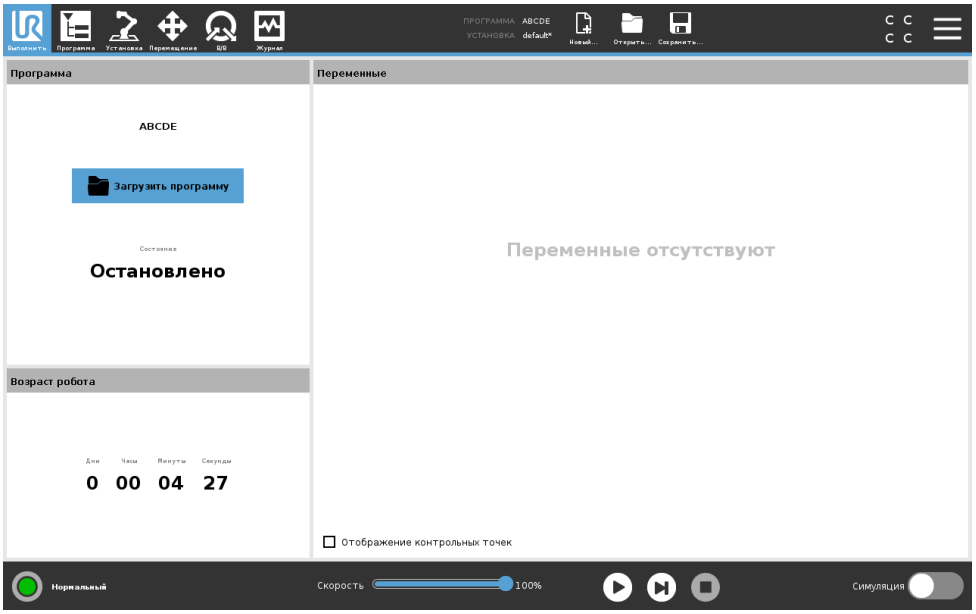
1. В верхнем колонтитуле нажмите Установка.
2. В боковом меню в левой части экрана в разделе Общие выберите Начальное положение.
3. Нажмите Редактировать позицию, задайте новое положение манипулятора робота и нажмите OK.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

4. В боковом меню в разделе Безопасность выберите Безопасное начальное положение. Примечание: чтобы разблокировать параметры безопасности необходимо ввести пароль системы безопасности (см. 13.1.2).
5. В разделе Безопасное начальное положение нажмите Синхронизировать с начальным положением.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

14 Вкладка ВкВыполнитьВнь



Вкладка Выполнить обеспечивает очень простой способ управления манипулятором робота и блоком управления с помощью минимально возможного числа кнопок и параметров. Можно сочетать обычное управление с защитой программируемой части PolyScope (см. 21.3.2), чтобы робот мог выполнять исключительно предварительно записанные программы.

В этом окне вы можете автоматически загружать и запускать по умолчанию программы по передаче внешнего сигнала по переходу кромки маркера (см. 16.1.6).
Примечание: Сочетание автоматической загрузки и запуска программы по умолчанию и автоматической инициализации при включении может использоваться, к примеру, для интеграции манипулятора робота с другим устройством.

14.1 Программа

Поле Программа отображает имя программы, загруженной на робота, и ее текущее состояние. Чтобы загрузить другую программу, нажмите вкладку Загрузить программу.

14.2 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. 16.1.5). Установочные переменные сохраняют свои значения после перезагрузки робота и панели управления.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Регулярные программные переменные Данные переменные используются только в процессе работы программы и их значения будут утеряны после остановки программы.

Отображение контрольных точек В программе робота для хранения информации о контрольных точках используются переменные сценариев.
Установите флажок Отображение контрольных точек под Переменные для отображения переменных сценария в списке переменных.

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.

14.3 Возраст робота

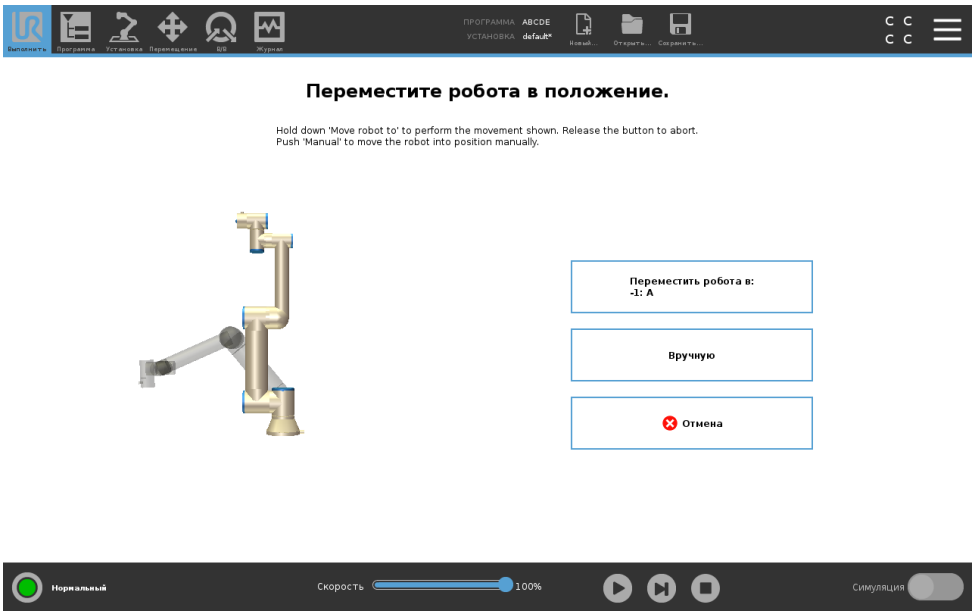
В данном поле указано время, прошедшее с первого включения робота. Числа в этом поле не связаны со временем работы программы

14.4 Переместить робота в положение

Экран Переместить робота в положение отображается при нажатии воспроизведения в нижнем колонтитуле. Используйте экран Переместить робота в положение, если манипулятор робота необходимо переместить в определенное начальное положение перед тем, как запустить программу, а также для перемещения манипулятора робота к контрольной точке при изменении программы.
В том случае, если экран Переместить робота в положение не может переместить манипулятор робота в начальное положение программы, манипулятор перемещается в положение первой контрольной точки дерева программ. Манипулятор робота может переместиться в неправильное положение если:

- ЦТИ, положение детали или положение контрольной точки первого перемещения изменяется во время выполнения программы до завершения первого перемещения.
- Первая контрольная точка находится внутри узла ВкЕслиВнь или ВкПереключениеВнь дерева программ.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



Авто

Для перемещения манипулятора робота в исходное положение нажмите и удерживайте кнопку Авто.

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

Анимация

Анимация показывает движение манипулятора робота, которое он будет выполнять, пока удерживается нажатой вкладка Авто.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

1. Сравните анимацию с положением реального манипулятора робота и убедитесь, что манипулятор робота сможет безопасно выполнить это движение, не задев никакие препятствия.
2. Функция автоперемещения выполняет движения робота вдоль затененной траектории. Столкновение может привести к повреждению робота или другого оборудования.

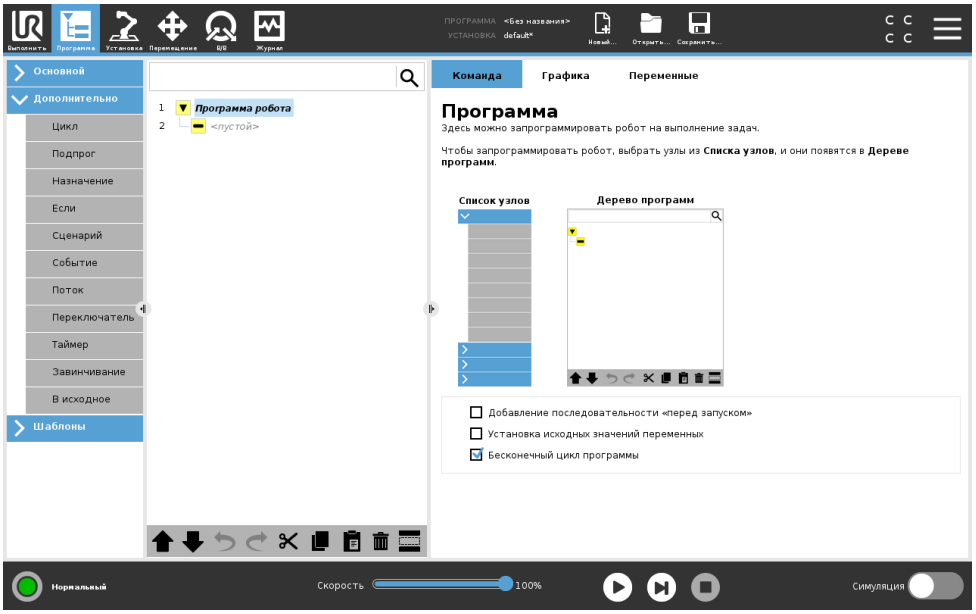
Вручную

Нажмите кнопку Вручную, чтобы открыть окно со значками Перемещение, из которого можно вручную управлять движениями робота. Это необходимо только в случае, если вы не хотите выполнять движения, показанные в анимации.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

15 Вкладка ВкПрограммаВнь



На вкладке ВкПрограммаВнь показана программа, редактируемая в данный момент.

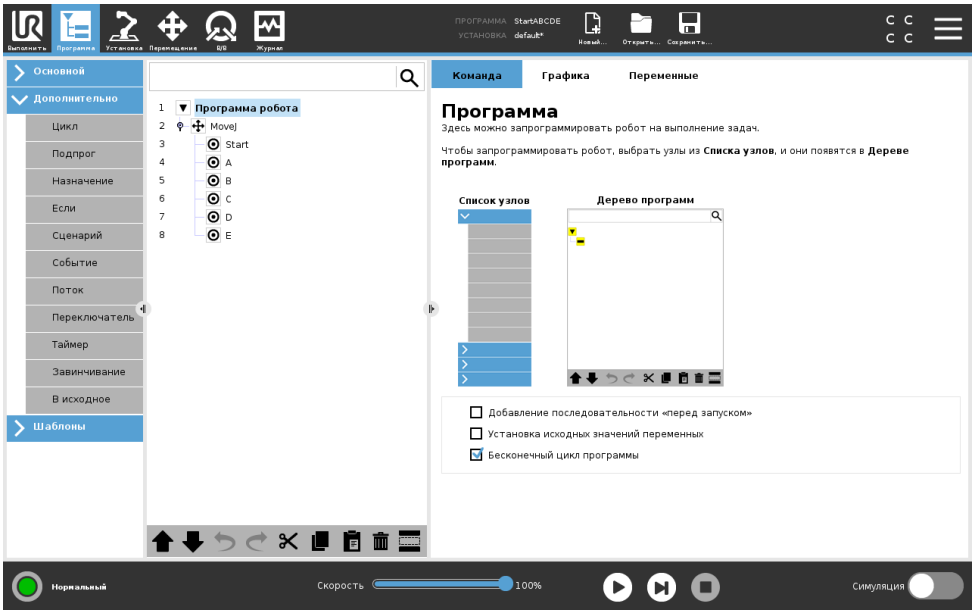
15.1 Дерево программ

Чтобы добавлять узлы программ в дерево программ, нажмите Команда. С правой стороны экрана вы можете настроить функциональность добавленных узлов программы .

Нельзя выполнять пустое дерево программ. Также нельзя выполнять программы, которые содержат неправильно настроенные узлы программ. В недопустимых узлах программ желтым выделяются места, которые необходимо исправить, чтобы выполнить программу.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

15.1.1 Индикация выполнения программы



Выполняемый узел программы обозначается маленьким значком рядом с узлом. Кроме того синим цветом выделяется путь выполнения программы.
Нажав в углу программы на значок, будет отслеживаться выполняемая команда.

15.1.2 Кнопка Поиск

Нажмите кнопку для выполнения поиска по дереву программ. Для выхода из поиска нажмите значок ×.

15.1.3 Панель инструментов дерева программ

Для изменения дерева программ используйте панель инструментов в нижней части дерева программ.

Кнопки отмены/повтора команды

Кнопки и позволяют отменить или вернуть изменения в командах.

Движение вверх & вниз

Кнопки и позволяют изменить положение узла.

Вырезать

Кнопка позволяет вырезать узел и применить его в другом действии (например, вставить его в другом месте в дереве программ).

Копировать

Кнопка позволяет скопировать узел и применить его в другом действии (например, вставить его в другом месте в дереве программ).

Вставить

Кнопка позволяет вставить узел, который вы заранее вырезали или скопировали.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Удалить

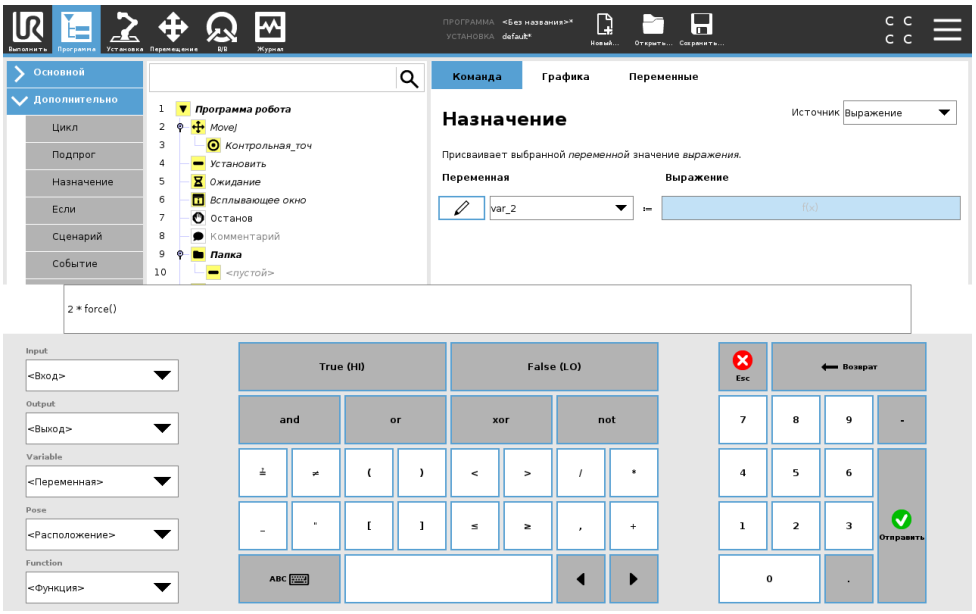
Нажмите кнопку , чтобы удалить узел из дерева программ.

Скрыть

Нажмите кнопку , чтобы скрыть определенные узлы в дереве программ.

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.

15.1.4 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 Вкменьше 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.

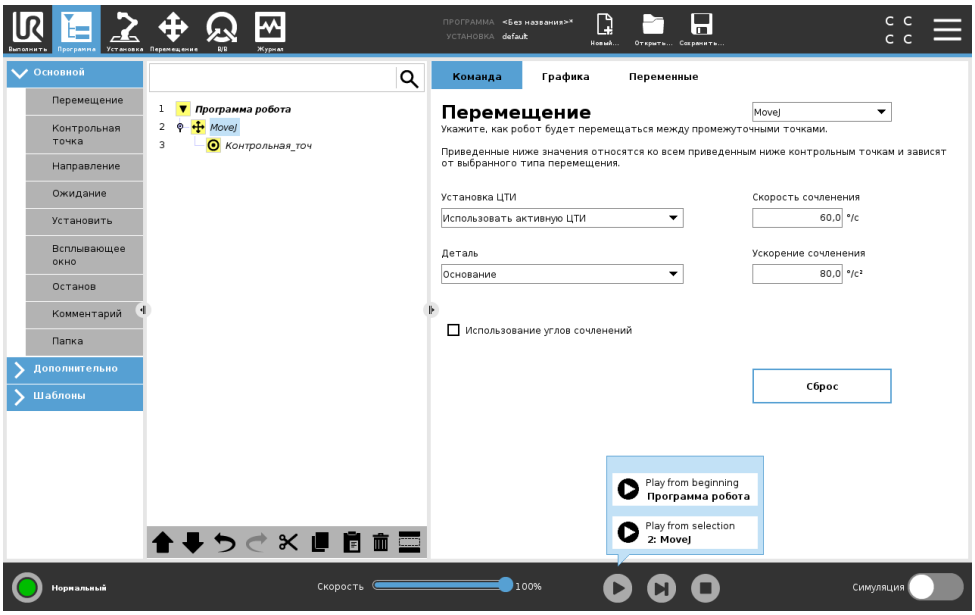
Выражение может иметь следующий вид:

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

15.1.5 Запуск программы с выбранного узла

Когда робот находится в режиме ручного управления (см. 12.1), команда Воспроизвести с выбранного узла позволяет запустить программу с выбранного узла. Команда Воспроизвести с начала запускает программу в штатном режиме. Команда Воспроизвести с выбранного узла отключена, если программу нельзя запустить с данного узла. Воспроизвести с выбранного узла не может быть включено с потоком, так как потоки всегда начинаются с начала.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



Использование команды Воспроизвести с выбранного узла

Нажмите Воспроизвести и выберите команду Воспроизвести с выбранного узла, чтобы воспроизвести программу с узла в дереве программ.

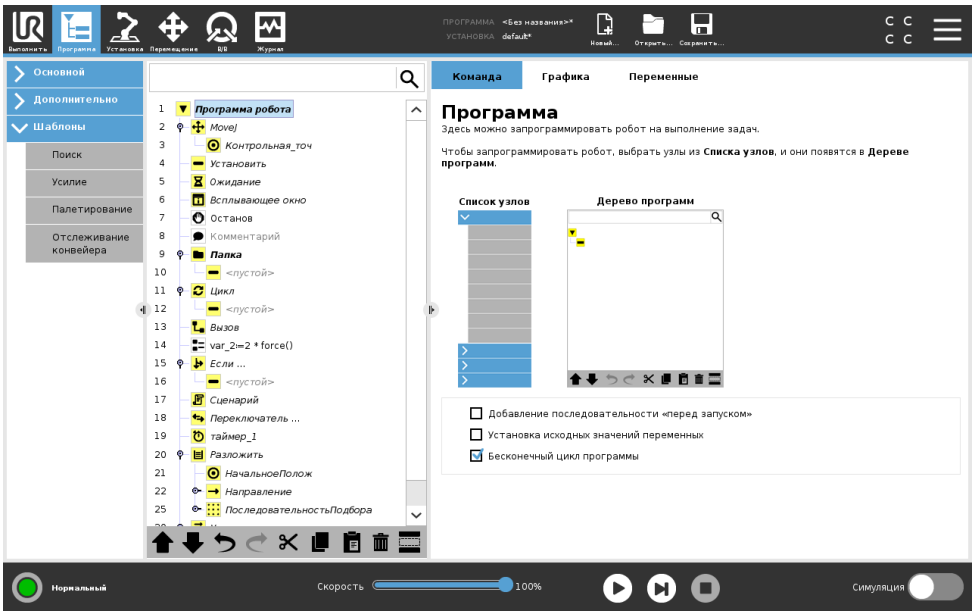
ПРИМЕЧАНИЕ:

- Если используется секция Перед началом, то она выполняется как при команде Воспроизвести с выбранного узла, так и при команде Воспроизвести с начала.
- Программа останавливается и показывает сообщение об ошибке, если обнаружена не назначенная переменная.
- Программу может запустить только с узла в программе робота.
- Команду Запустить с выбранного узла можно использовать внутри подпрограммы. Выполнение программы прекращается по окончании подпрограммы.

15.2 Вкладка ВкКомандыВнь

В настоящем руководстве не содержится подробное описание всех типов узлов программы. Узел программы робота включает в себя три флажка для управления выполнением программы.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



Добавление последовательности Вкперед запускомВнь

Выберите этот флажок, чтобы добавить в программу особую секцию, которая появится один раз во время запуска программы.

Установка исходных значений переменных

Выберите это поле, чтобы задать значения переменных программы.

1. Выберите переменную в раскрывающемся списке или в поле выбора переменных.
2. Введите выражение для выбранной переменной. Данное выражение задает значение переменной во время запуска программы.
3. Вы можете выбрать флажок Использовать значение из предыдущего запуска, чтобы инициализировать переменную со значением из вкладки Переменные (см. 15.4).
   Это позволит сохранять значения переменных между запусками программы. Переменная получает свое значение из выражения после первого запуска программы, а также после очистки вкладки значений.

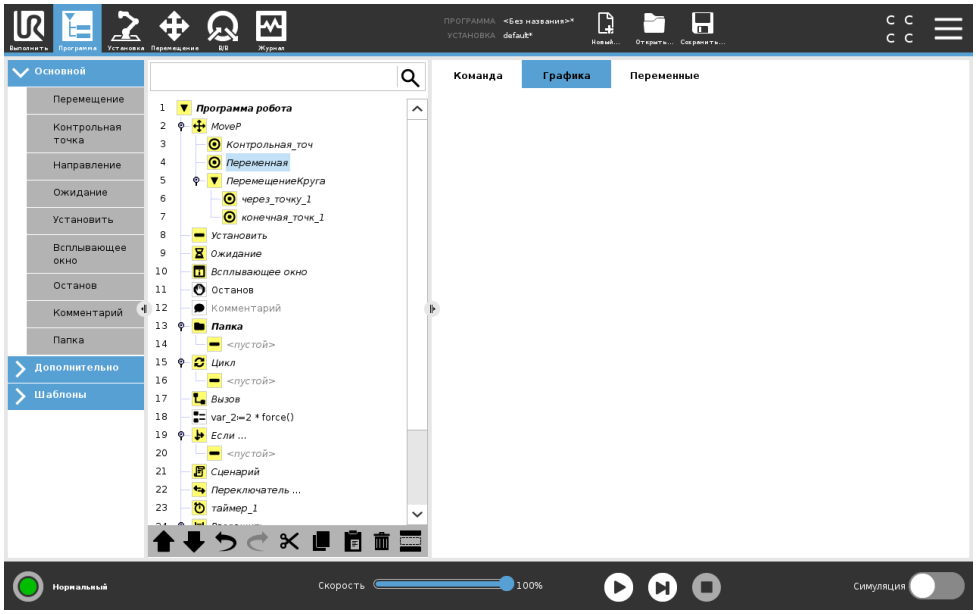
Чтобы удалить переменную из программы, необходимо указать для нее пустое имя (только пробел).

Бесконечный цикл программы

Выберите этот флажок, чтобы включить непрерывное выполнение программы.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

15.3 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. 13.2.5)будет отображен трехмерный предел границ.
Примечание. При выполнении программы роботом, визуализация пределов границ будет отключена.

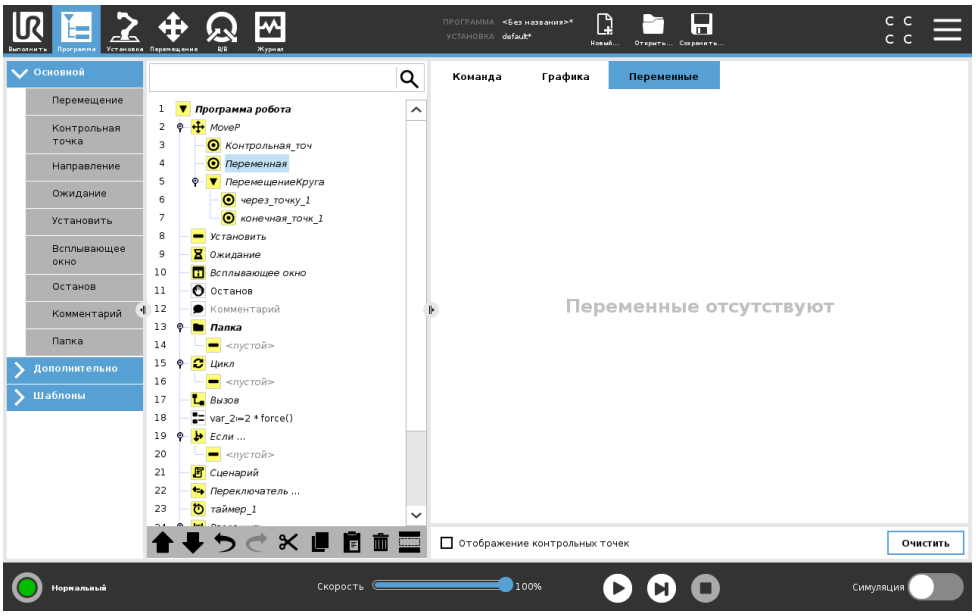
Пределы плоскости безопасности отображаются желтым и черным цветами с небольшой стрелкой, обозначающей перпендикуляр к плоскости — сторону плоскости, на которой разрешено позиционирование ЦТИ робота. Плоскости срабатывания отображаются синим и зеленым цветами с небольшой стрелкой, указывающей на часть плоскости, на которой активны пределы нормального режима (см. 13.2.2). 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

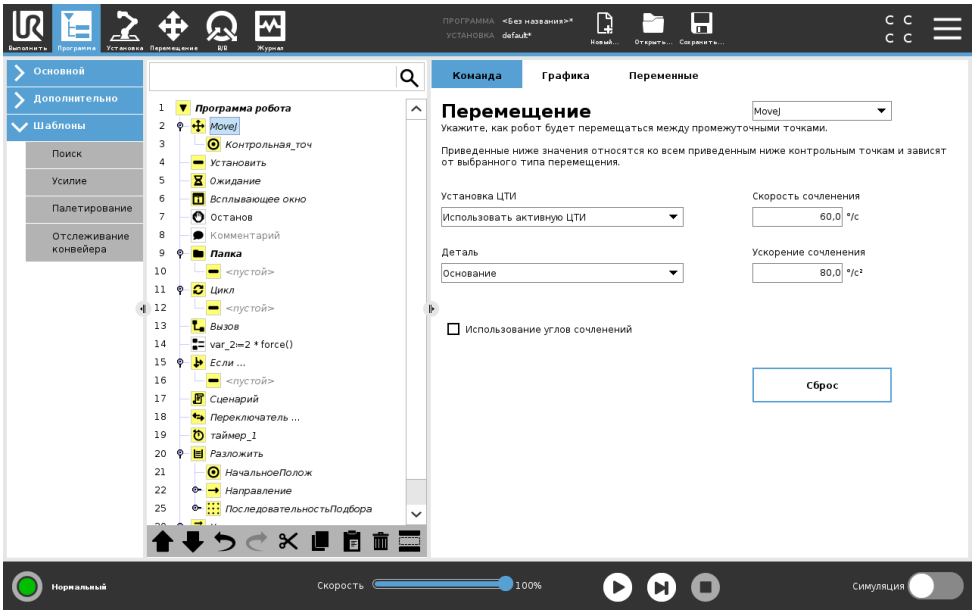
15.4 Вкладка ВкПеременныеВнь



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. Если параметр ВкОтображение контрольных точекВнь включен, переменные контрольных точек будут отображаться в списке.

15.5 Базовые узлы программы

15.5.1 Перемещение



Команда Переместить используется для управления движением робота с помощью ключевых контрольных точек. Контрольные точки должны быть включены в команду Переместить.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

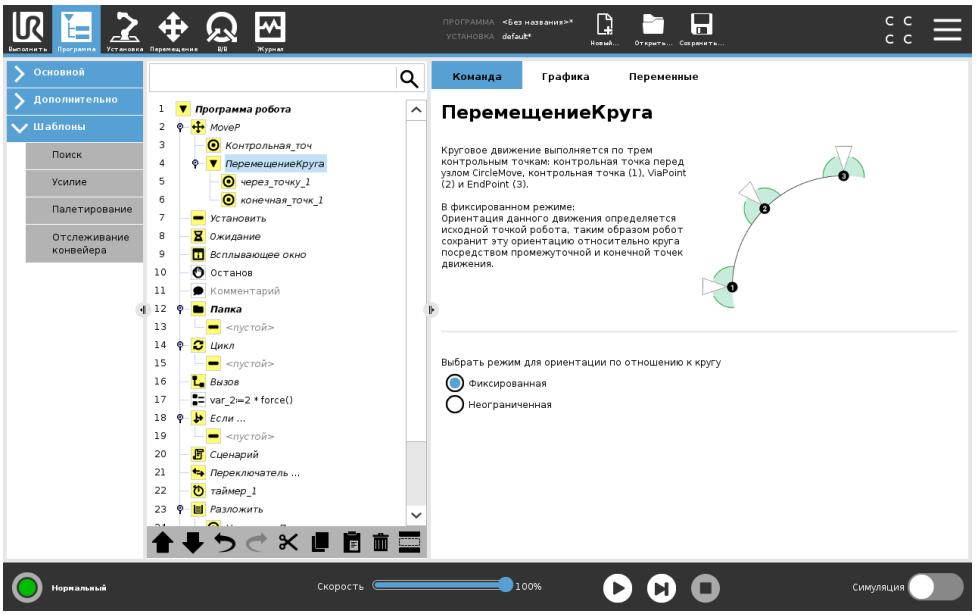
Команда ВкПереместитьВнь определяет ускорение и скорость перемещения манипулятора робота между этими контрольными точками.

Типы движений

Вы можете выбрать один из трех типов движения: MoveJ, MoveL и MoveP. Описание каждого типа движение приводится ниже.

- moveJ используется для выполнения движений, которые рассчитаны в зоне сочленений манипулятора робота. Сочленения настроены на одновременное завершение перемещения. 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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



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 ВкПереместитьВнь не применяются к траектории, идущей из последней контрольной точки, заданной командой ВкПереместитьВнь.

Выбор ЦТИ

Способ движения робота между контрольными точками настраивается в зависимости от выбранной ЦТИ: пользовательская ЦТИ или активная ЦТИ. Функция Игнорировать активную ЦТИ позволяет данному движению меняться относительно фланца инструмента.

Установка ЦТИ для движения

1. Перейдите на экран вкладка ВкПрограммаВнь, чтобы установить ЦТИ, которую будет использовать контрольные точки.
2. В разделе ВкКомандаВнь в раскрывающемся меню с правой стороны выберите тип движения.
3. В разделе ВкДвижениеВнь выберите параметр в раскрывающемся меню Установить ЦТИ.
4. Выберите функцию Использовать активная ЦТИ или выберите пользовательскую ЦТИ. Также можно выбрать Игнорировать активную ЦТИ.

Выбор детали

Зоны деталей, в которых будут находиться контрольные точки команды ВкПереместитьВнь при указании этих контрольных точек (см. раздел 16.3). 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

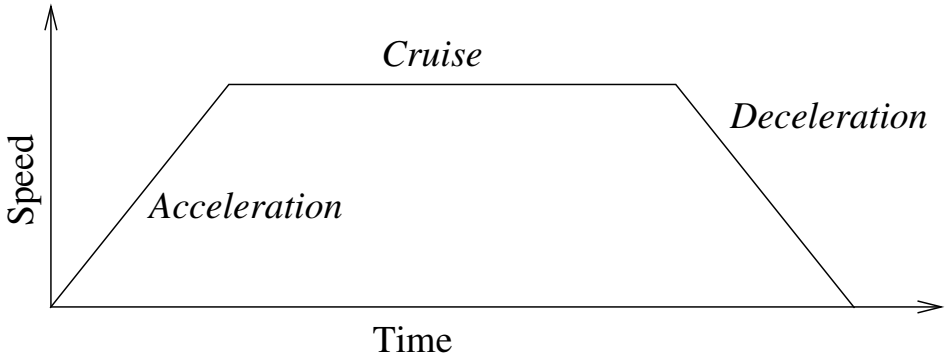


Figure 15.1: Профиль скорости движения. Кривая разделена на три сегмента: ускорение, перемещение и замедление. Уровень фазы перемещения задается настройкой скорости движения, а крутизна фаз ускорения и замедления задается параметром ускорения.

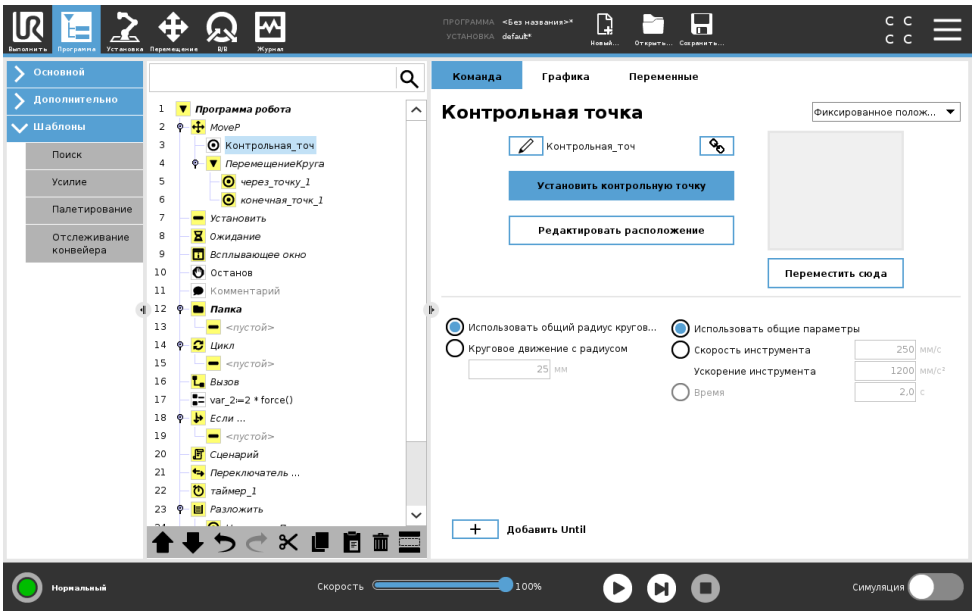
Переменные контрольные точки При перемещении манипулятора робота в переменную контрольную точку выполняется расчет центральной точки инструмента (ЦТИ) в виде координат переменной в системе координат выбранной детали. По этой причине движение манипулятора робота к переменной контрольной точке будет изменяться при выборе другой детали.

Переменная детали Вы можете изменить положение детали во время выполнения программы, назначив положение к соответствующей переменной.

Использование углов сочленений

В качестве альтернативы для трехмерного положения можно установить флажок рядом с функцией Использование углов сочленения при использовании MoveJ для определения контрольных точек при помощи углов сочленений робота. Если функция Использование углов сочленения включена, ЦТИ и опции детали недоступны. Контрольные точки, определенные с помощью функции Использование углов сочленения, не регулируются при передачи программы между роботами.

Фиксированная контрольная точка



Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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.

Обучение контрольных точек

Обучение — это термин, который используется для внесения в память робота положения ЦТИ по отношению к детали для конкретного применения. Для обучения контрольной точки следуйте инструкциям ниже:

1. Во вкладке ВкПрограммаВнь добавьте Узел перемещения.
2. В узле перемещения воспользуйтесь раскрывающимся меню Установить ЦТИ для установки ЦТИ.
3. В узле перемещения воспользуйтесь раскрывающимся меню Деталь для выбора детали.
4. В узле перемещения воспользуйтесь Режимом обучения или Подталкиванием робота в необходимое положение.

Использование контрольных точек

Использование контрольных точек означает применение внесенного в память соотношения между деталью и ЦТИ в конкретной ситуации. Соотношение между деталью и ЦТИ, примененное к выбранной детали, позволяет достигнуть необходимого расположения ЦТИ. После этого робот вычисляет расположение таким образом, чтобы текущая активная ЦТИ достигла положения ЦТИ. Для использования контрольных точек следуйте инструкциям ниже:

1. Воспользуйтесь существующей контрольной точкой в узле перемещения или добавьте контрольную точку в другой узел перемещения
   (например, скопируйте и вставьте или воспользуйтесь кнопкой ВкСсылкаВнь на контрольной точке).
2. Установите необходимую ЦТИ.
3. Установите необходимую деталь.

Установка контрольной точки

Названия контрольных точек

Контрольный 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 позволяют 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 15.2), 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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

объектом и другими препятствиями (O) робот должен двигаться к WP_3 в направлении из контрольной точки 2 (WP_2). Таким образом, три контрольных точки участвуют в создании пути, удовлетворяющего требованиям.

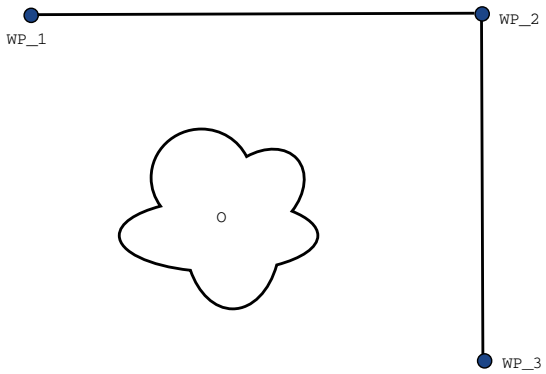


Figure 15.2: WP_1: начальное положение, WP_2: промежуточная точка, WP_3: положение захвата, O: препятствие.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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 15.3):

- 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)

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 15.4.

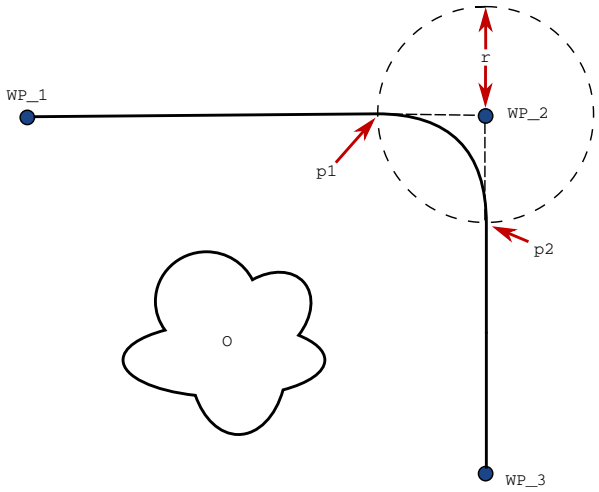


Figure 15.3: Круговое движение вокруг WP_2 с радиусом r, начальное положение для кругового движения в p1 и конечное положение для кругового движения в p2. O – препятствие.

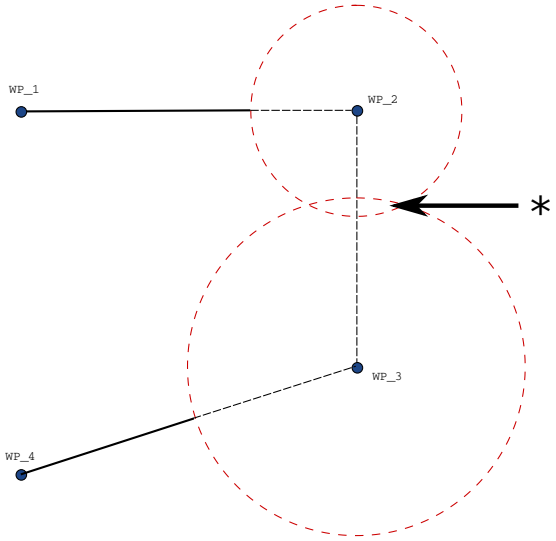


Figure 15.4: Перекрытие радиуса кругового движения не допускается (*).

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 15.5 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 степени является алогичным, если рассматривать запрограммированную последовательность.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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

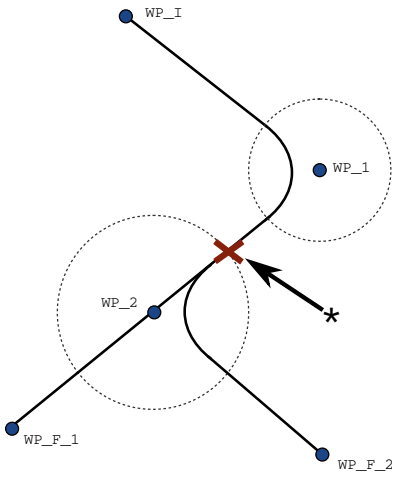


Figure 15.5: WP_I является начальной контрольной точкой и возможны две конечных контрольных точки WP_F_1 и WP_F_2 в зависимости от условия. Условие если анализируется, когда манипулятор робота начинает второе круговое движение (*).

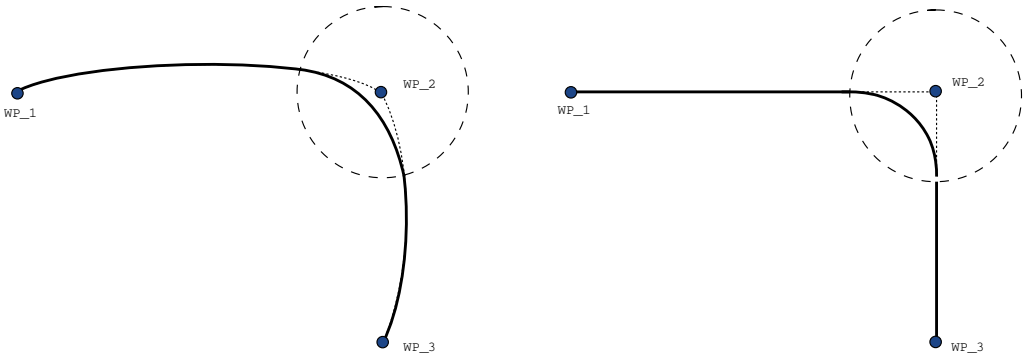


Figure 15.6: Сравнение перемещения и кругового движения в пространстве обобщенных координат (MoveJ) и в пространстве декартовых координат (MoveL).

Траектории круговых движений В зависимости от типа перемещения (MoveL, MoveJ, или MoveP) создаются разные траектории круговых движений.

- Круговое движение при перемещении MoveP При перемещении MoveP траектория кругового движения следует дуге с постоянной скоростью. Траектория кругового движения представляет собой плавную интерполяцию между двумя траекториями. Перемещение MoveJ или MoveL можно преобразовать в траекторию кругового движения MoveP. В данном случае робот использует круговое движение по дуге MoveP и интерполирует скорость двух перемещений. Нельзя преобразовать перемещение MoveP в круговое

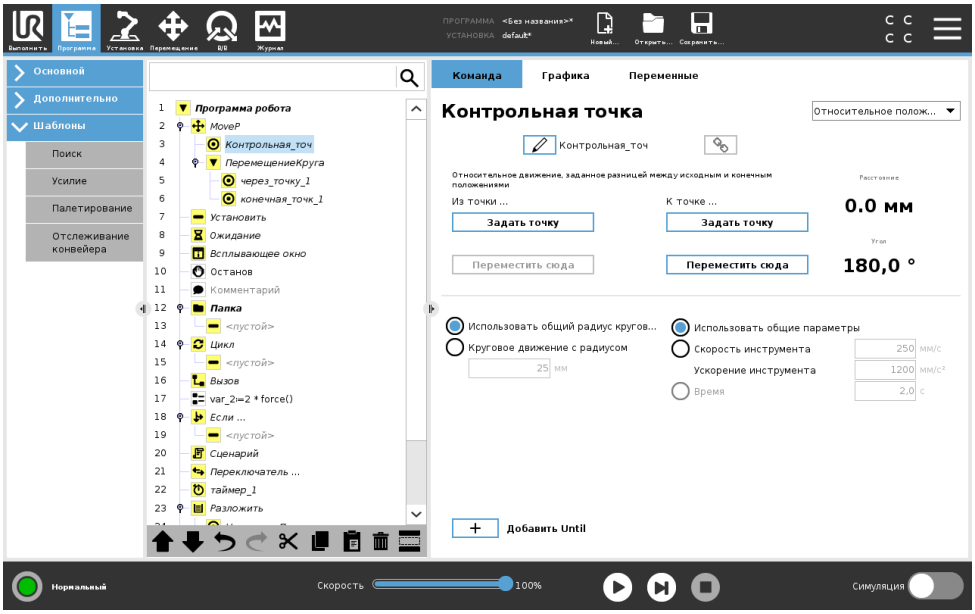
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

движение MoveJ или MoveL. Вместо этого последняя контрольная точка перемещения MoveP считается точкой остановки без кругового движения. Выполнение кругового движения невозможно, если две траектории находятся под углом, близким к 180 градусам (в обратном направлении) по отношению друг к другу, поскольку это создает дугу малого радиуса, которой робот не может следовать с постоянной скоростью. Это приводит к исключению на этапе выполнения программы, что можно исправить путем регулировки контрольных точек, чтобы угол был менее острым.

- Круговые движения, включающие MoveJ Круговые движения MoveJ представляют собой плавное движение по дуге в зоне сочленения. Это касается круговых движений из MoveJ в MoveJ, из MoveJ в MoveL и из MoveL в MoveJ. Круговые движения обладают более плавными и быстрыми траекториями, чем перемещения без кругового движения (см. Рисунок 15.6). Если для установки профиля скорости используется скорость и ускорение, круговое движение остается в пределах радиуса кругового движения на протяжении кругового движения. Если вместо скорости и ускорения для установки профиля скорости обоих движений используется время, то траектория круговых движений повторяет траекторию исходного MoveJ. Если оба движения ограничены по времени, то круговые движения не экономят время.
- Круговое движение при перемещении MoveL При перемещении MoveL траектория кругового движения следует дуге с постоянной скоростью. Траектория кругового движения представляет собой плавную интерполяцию между двумя траекториями. Во избежание чрезмерного ускорения робот может замедлиться при движении по траектории, прежде чем следовать по дуге (например, если угол между двумя траекториями близок к 180 градусам).

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

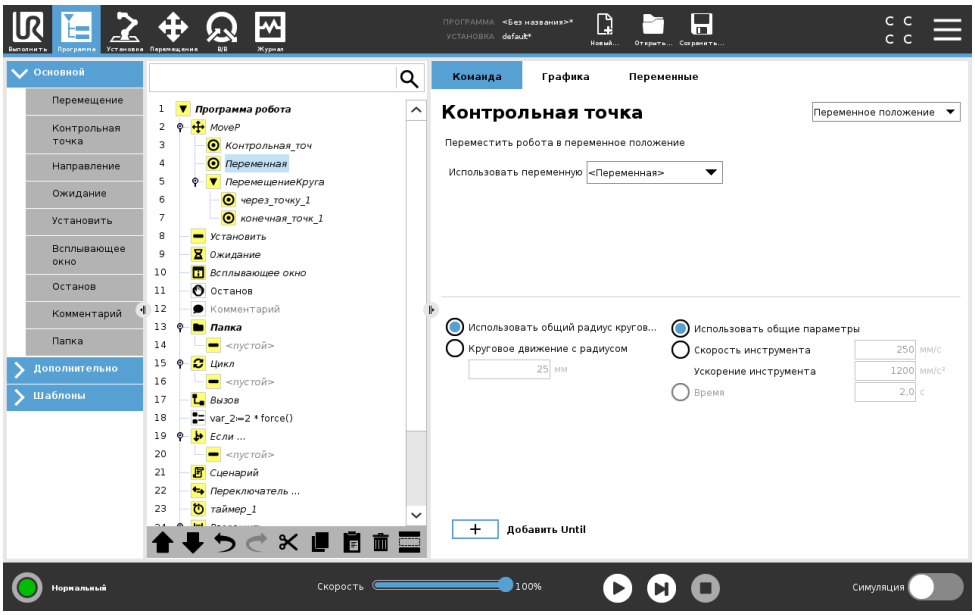
Относительная контрольная точка



Контрольная точка, положение которой задано относительно предыдущего положения манипулятора робота, например Вкна два сантиметра левееВнь. 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.

Переменная контрольная точка:



Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

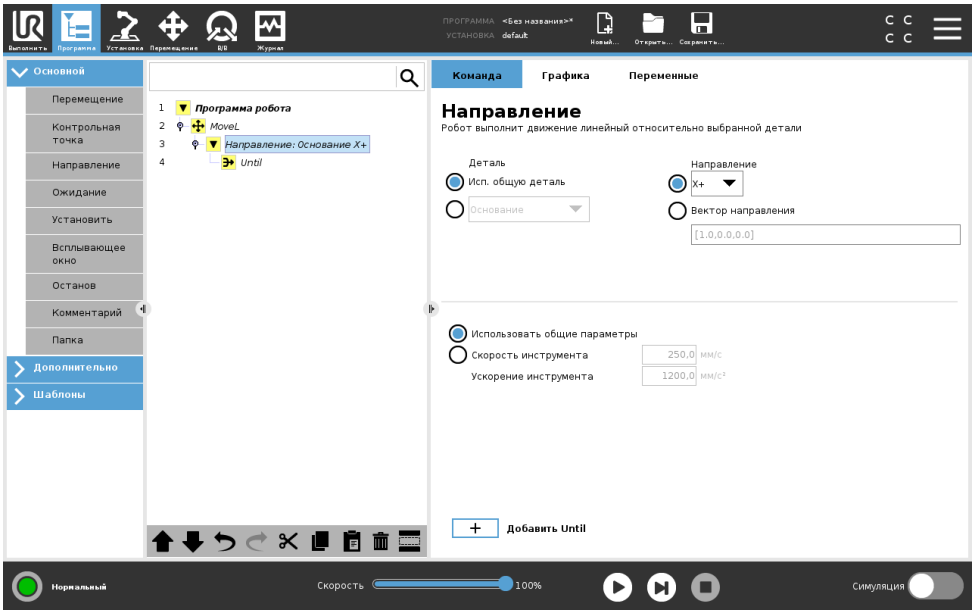
Контрольная точка, положение которой задано переменной, в данном случае — calculated_pos. Переменная должна обозначать положение, например, var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]. Первые три значения — это оси x,y,z, а последние три — ориентация, заданная в виде вектора вращения, заданного вектором rx,ry,rz. 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. 15.5.1). 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

15.5.2 Направление

Узел программы Направление определяет движение относительно осей детали или ЦТИ. Робот движется по пути, заданному программным узлом направления, пока его движение не останавливает условие До.



Добавление направления движения

1. Под ВкОсновнойВнь, нажмите Направление, чтобы добавить линейное движение в дерево программ.
2. В поле ВкНаправлениеВнь в разделе ВкФункцияВнь определите линейное движение.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Остановка направления движения

1. В поле ВкНаправлениеВнь нажмите кнопку Добавить до, чтобы определить и добавить критерий остановки в дерево программ.

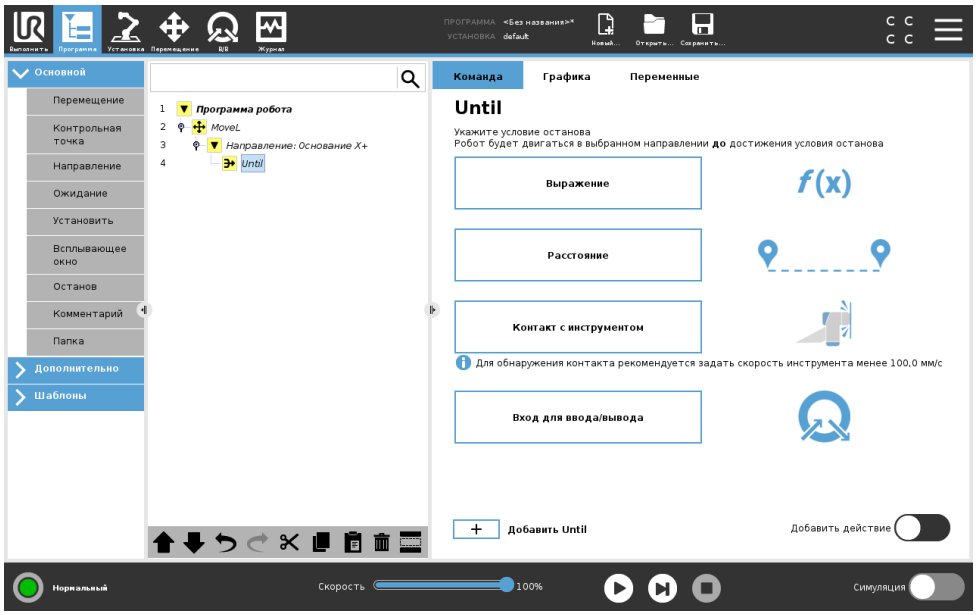
Можно добавить настройку ВкВектор движенияВнь для параметров Скорость инструмента и Ускорение инструмента, чтобы задать вектор линейного движения для расширенного использования, например:

- определения линейного движения относительно осей с несколькими функциями;
- вычисления направления в виде математического выражения.

Векторы направления определяют уникальное кодовое выражение, решением которого является единичный вектор. Например, векторы направления [100,0,0] и [1,0,0] одинаково влияют на робота; используйте ползунок скорости, чтобы двигаться по оси x с нужной скоростью. Значения чисел в векторах направления имеют значения только относительно друг друга.

До

Программный узел До определяет критерий остановки движения. Робот движется по пути и останавливается, когда обнаружен контакт. Узлы ВкДоВнь можно добавлять в дереве программ в узлах направления и контрольных точек. Для одного движения можно добавить несколько критериев остановки. Движение останавливается, когда соблюдается первое условие До.



В поле До можно задать следующие критерии остановки.

- Расстояние Этот узел можно использовать для остановки движения ВкНаправлениеВнь, если робот переместился на определенное расстояние. Скорость замедляется, и робот останавливается строго на заданном расстоянии.
- Контакт с инструментом (см. 15.5.2) Этот узел можно использовать, чтобы остановить движение, после того как инструмент робота обнаружит контакт.

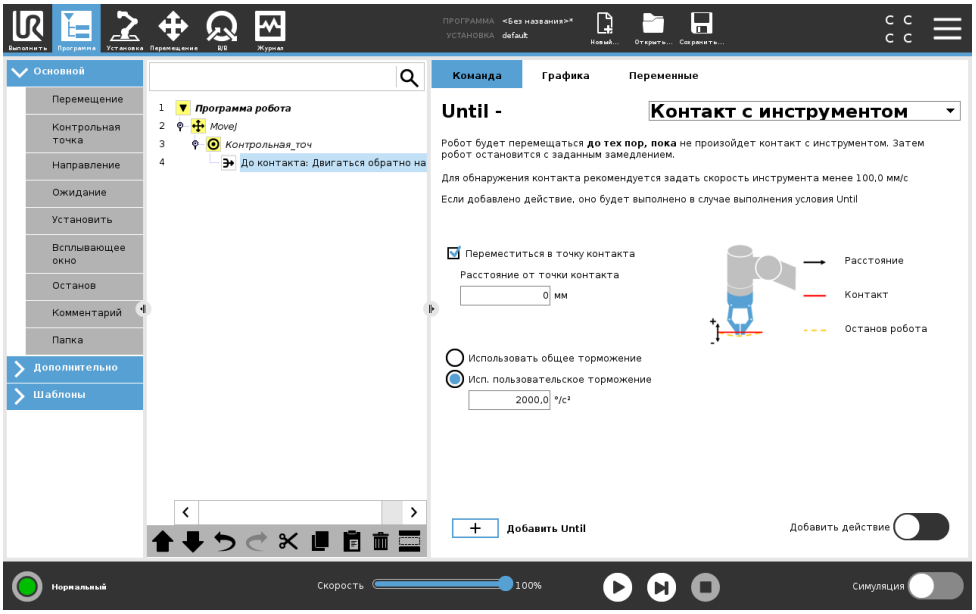
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

- Выражение Этот узел можно использовать для остановки движения из-за уникального программного выражения. Чтобы задать условие остановки, можно использовать вводы-выводы, переменные или функции сценариев.
- Вход входов/выходов Этот узел можно использовать, чтобы остановить движение, контролируемое сигналами, по сигналу входа.

До контакта с инструментом

Узел программы До контакта с инструментом позволяет останавливать движение робота, когда обнаружен контакт с инструментом. Можно задать замедление во время останова и отведение инструмента.

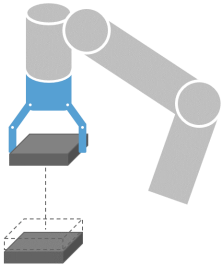
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:
Слишком высокая скорость движения по умолчанию для обнаружения контакта. Более высокая скорость движения запускает защитный останов до того, как условие контакта сможет вступить в силу. Чтобы избежать запуск защитного останова, снизьте скорость движения. Например: 100 м/с



ПРИМЕЧАНИЕ:
Функция ВкДо контакта с инструментомВнь может не сработать, если установленный инструмент вибрирует. Например: вакуумный захват со встроенным насосом может создавать сильную вибрацию.

Узел ВкДо контакта с инструментомВнь можно использовать для программ штабелирования/раскладывания, при которых данный узел будет определять высоту сложенных объектов.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



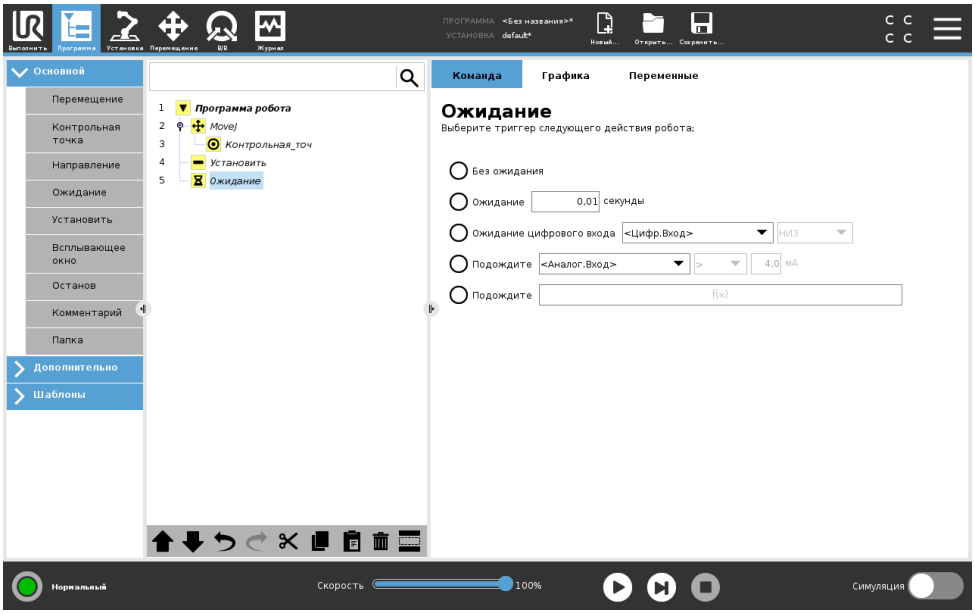
Двигаться обратно до контакта

Используйте параметр Двигаться обратно до контакта, чтобы робот вернулся к начальной точке контакта. Можно задать дополнительное возвратное движение, чтобы робот перемещался без контакта или, наоборот, по направлению к контакту. Это можно использовать с устройством захвата, которому требуется свободное пространство для перемещения, или если требуется действие зажима.

Действие

ВкДобавить действиеВнь позволяет добавлять узел программы, если соблюдено определенное условие До. Например, ВкДо контакта с инструментомВнь может задействовать захват устройства захвата. Если Действие не определено, то выполнение программы переходит к следующему узлу программы в дереве программ.

15.5.3 Ожидание

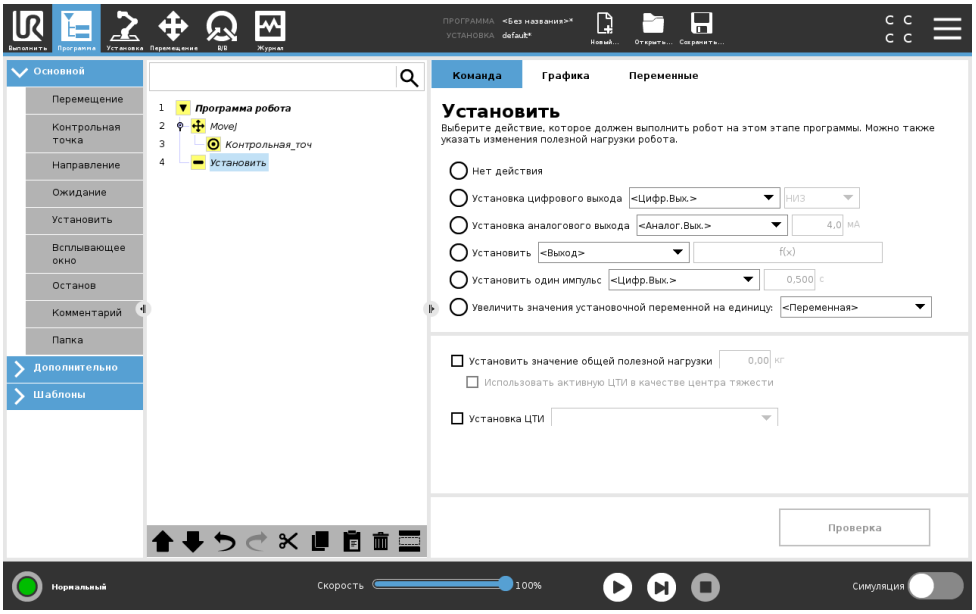


Ожидание приостанавливает сигнал входа/выхода или выражение в течение заданного количества времени. Если выбрано Без ожидания, ничего не происходит.

Примечание: Как только инструмент связи инструмента TCI включается, аналоговый вход инструмента становится недоступен для выбора и выражений Без ожидания.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

15.5.4 Установить



Установите для данного значения цифровые или аналоговые выходы. Цифровые выходы можно сконфигурировать для отправки отдельного импульса.

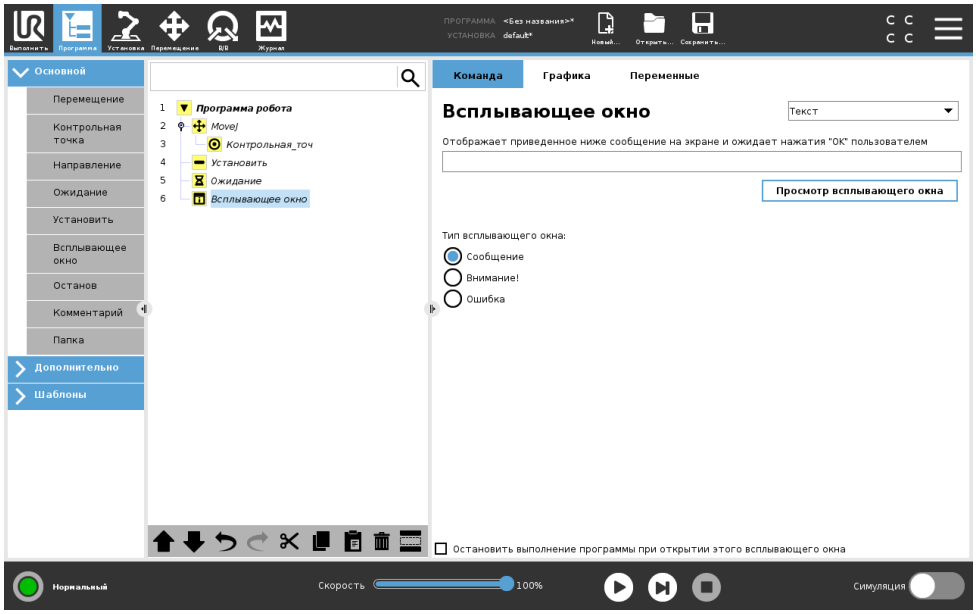
Используйте команду ВкУстановитьВнь для установки полезной нагрузки манипулятора робота. Полезную нагрузку можно отрегулировать для предотвращения защитного останова робота, если вес, поднятый инструментом, отличается от ожидаемой полезной нагрузки. Если активная ЦТИ не должна использоваться в качестве центра тяжести, то отметку необходимо снять.

Активную ЦТИ можно изменить с помощью команды Установить, отметив флажок и выбрав одно из смещений ЦТИ в меню.

Если во время написания программы активная ЦТИ для конкретного движения известна, то вы можете воспользоваться выбором ЦТИ, нажав на перемещение в боковом меню слева (см. 15.5.1). Подробнее о конфигурировании названных ЦТИ (см. 16.1.1).

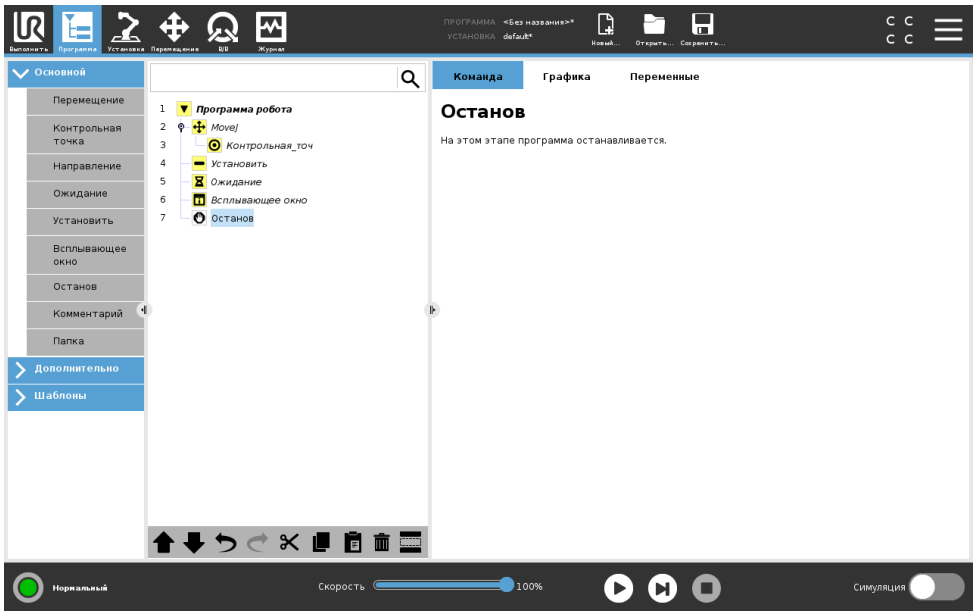
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

15.5.5 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 ВкОКВнь под всплывающим окном, прежде чем продолжить выполнение программы. При выборе элемента ВкОстановить выполнение программыВнь программа робота будет остановлена при отображении этого всплывающего сообщения.
Примечание: Длина сообщений не может превышать 255 знаков.

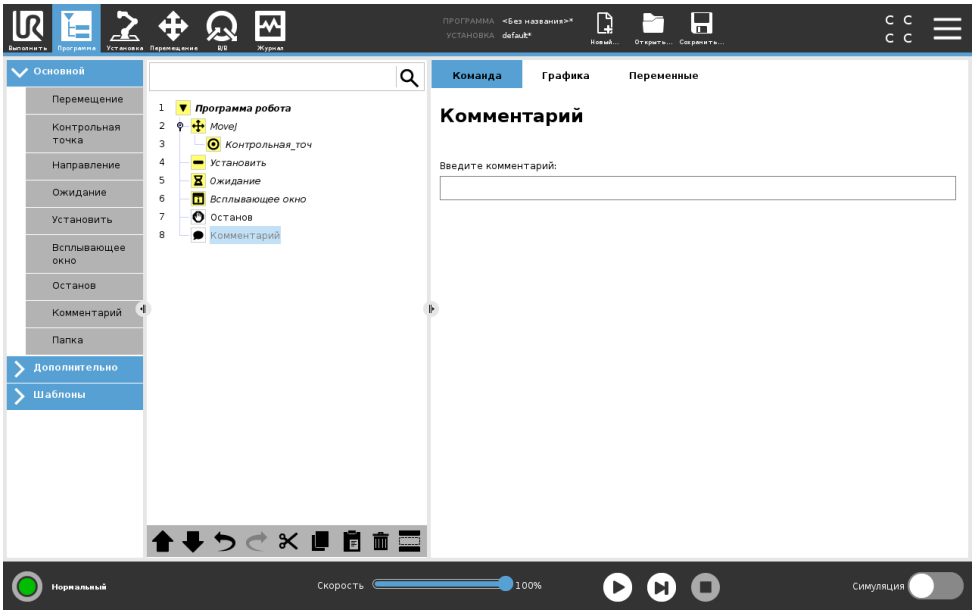
15.5.6 Останов



На этом этапе программа останавливается.

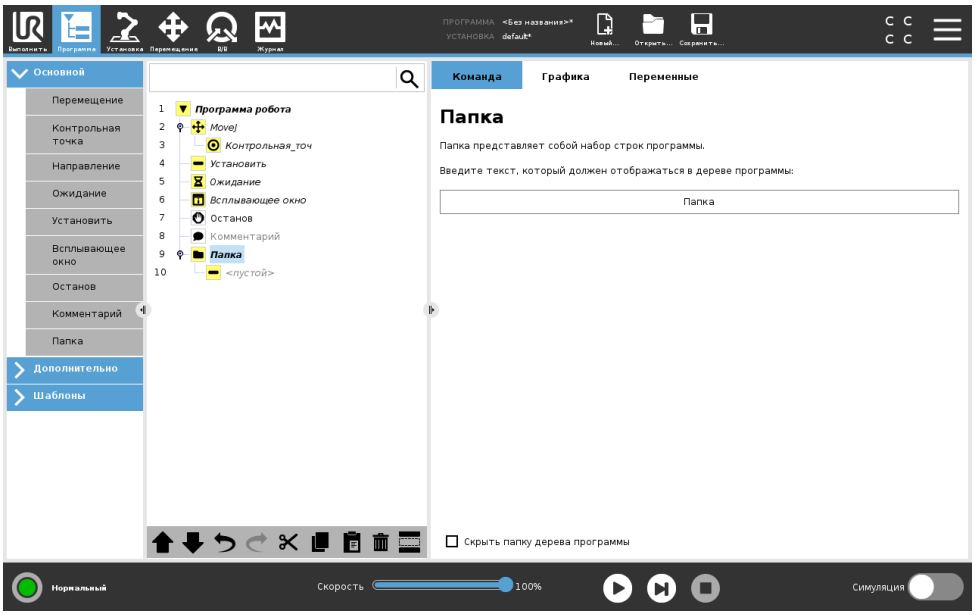
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

15.5.7 Комментарий



Дает возможность программисту добавить текстовую строку в программу. Эта строка текста не несет никакой функции при выполнении программы.

15.5.8 Папка



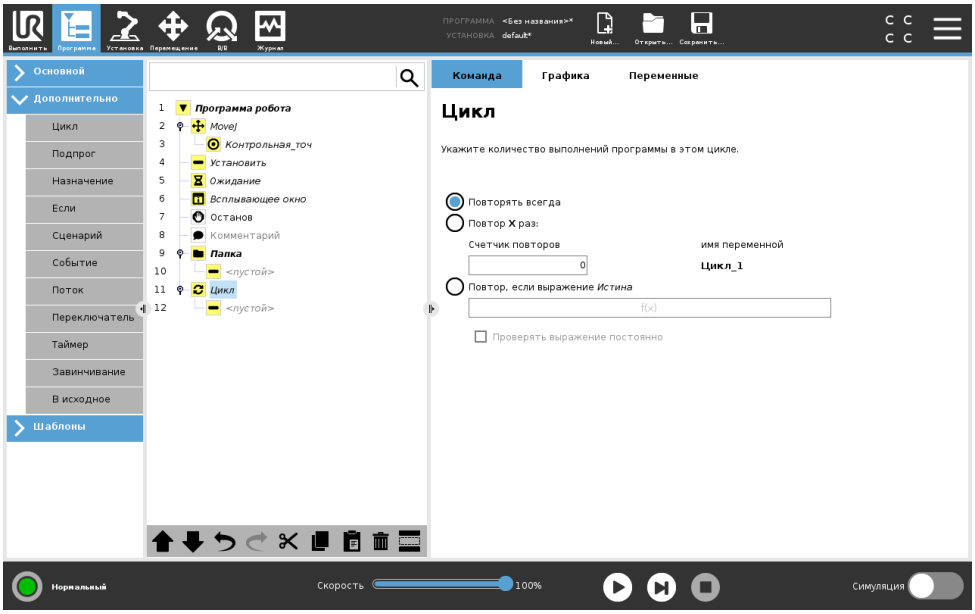
Папка используется для упорядочения и добавления меток для определенных частей программы, для наведения порядка в древе программ и для более удобного чтения программы и перемещения по ней.

Папки не влияют на программу и ее выполнение.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

15.6 Расширенные узлы программы

15.6.1 Цикл



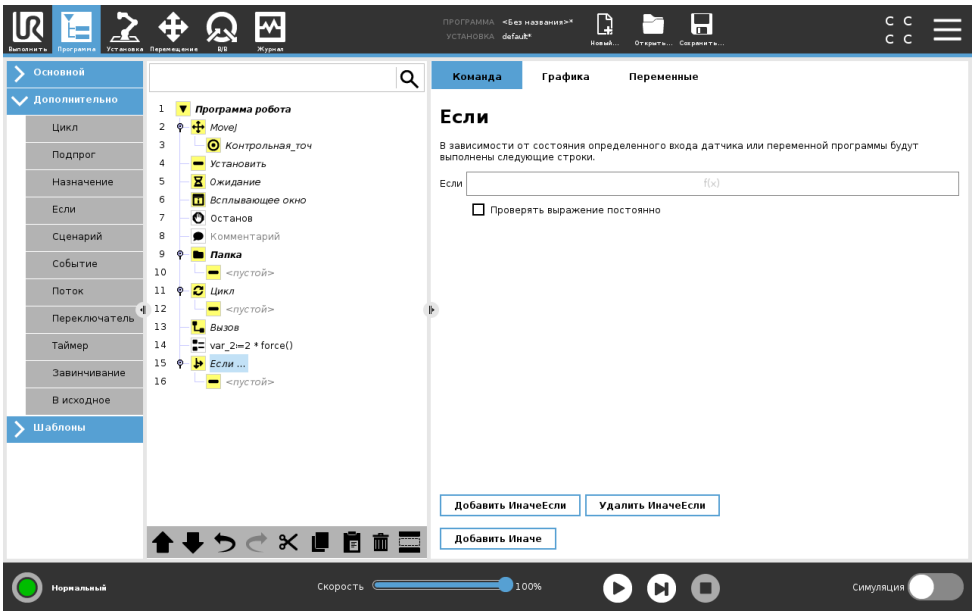
Создает цикл ключевых команд программы. В зависимости от выбора ключевые команды программы будут заключены в бесконечный цикл, в цикл из определенного числа повторений или в цикл, действующий при истинном значении условия. При создании цикла из определенного числа повторений создается специальная переменная цикла (на рисунке выше имеет название loop_1), которую можно использовать в выражениях цикла. Эта переменная цикла может иметь значение от 0до $N-1$.

Если при создании цикла выражение используется в качестве условия завершения, в программном обеспечении PolyScope имеется параметр для непрерывной проверки этого выражения, что обеспечивает прерывание ВкциклаВнь в любое время при его выполнении, а не только после каждого повторения.

15.6.2 Если

Используя выражения Если и Если...иначе, можно менять поведение робота, в зависимости от входных сигналов датчиков и значений переменных.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



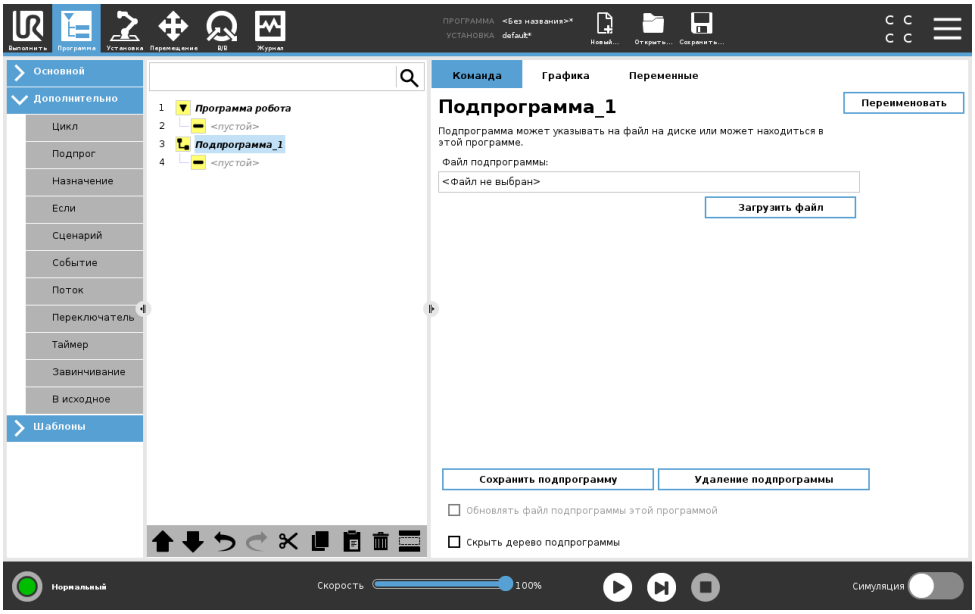
Выберите условие в редакторе выражений, чтобы составить выражения с Если. Если условие определено как истинное, выражения данной команды Если будут выполнены. Выражение Если может иметь только одно выражение Иначе. Используйте Добавить Иначе Если и Удалить Иначе Если, чтобы добавлять и удалять выражения Иначе Если.

Выберите Проверять выражение постоянно, чтобы включить проверять выражения Если, Иначе Если и Цикл во время выполнения строк, содержащих эти выражения. Если выражение в Если после проверки окажется неверным, то дальше будет выполнена проверка выражений Иначе Если или Иначе.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Если имеются контрольные точки внутри выражения Если или Цикл с параметром Проверять выражение постоянно, то можно добавить команды stopj() или stopl() после выражения, чтобы плавно остановить манипулятор робота. Это применимо как для команд Если, так и для команд Цикл (см. раздел 15.6.1).

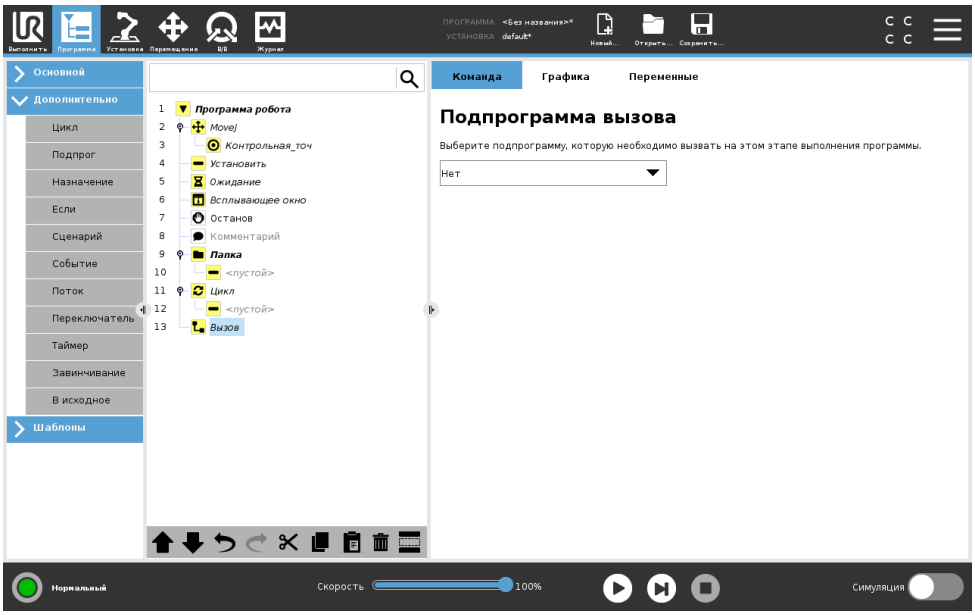
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

15.6.3 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.

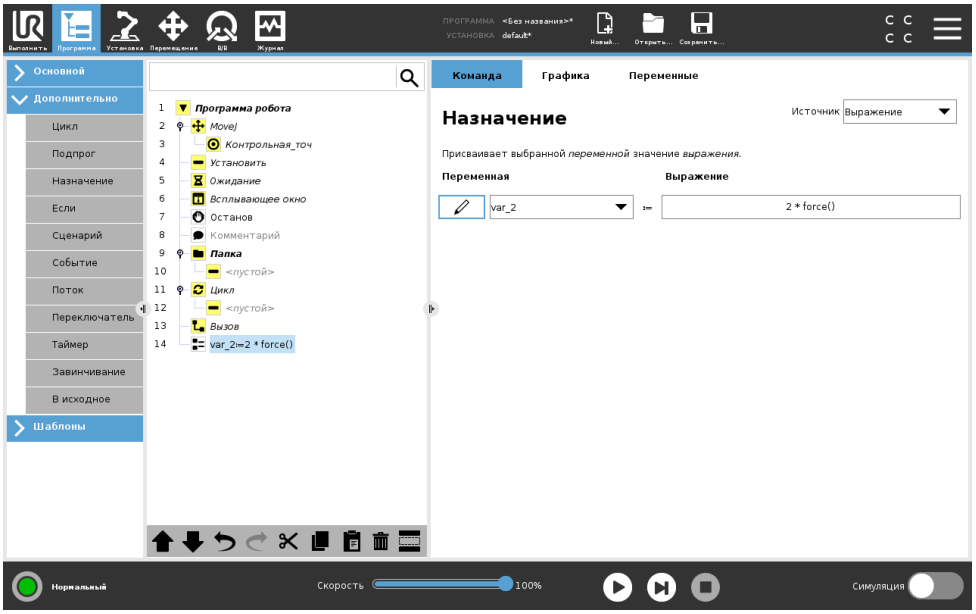
Вызов Подпрограмма



При вызове подпрограммы будут выполнены строки подпрограммы, а затем переход на следующую строку.

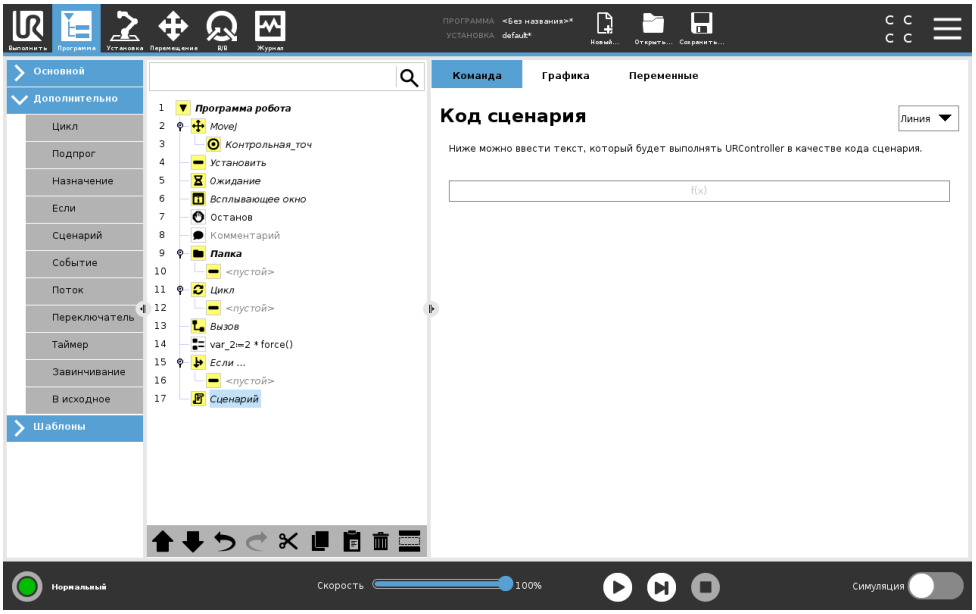
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

15.6.4 Назначение



Присвоение значений переменным. При назначении результат вычисления в правой части будет перенесен в переменную в левой части. Это можно использовать в комплексных программах.

15.6.5 Сценарий



В разделе ВкКомандаВнь в раскрывающемся списке доступны следующие параметры:

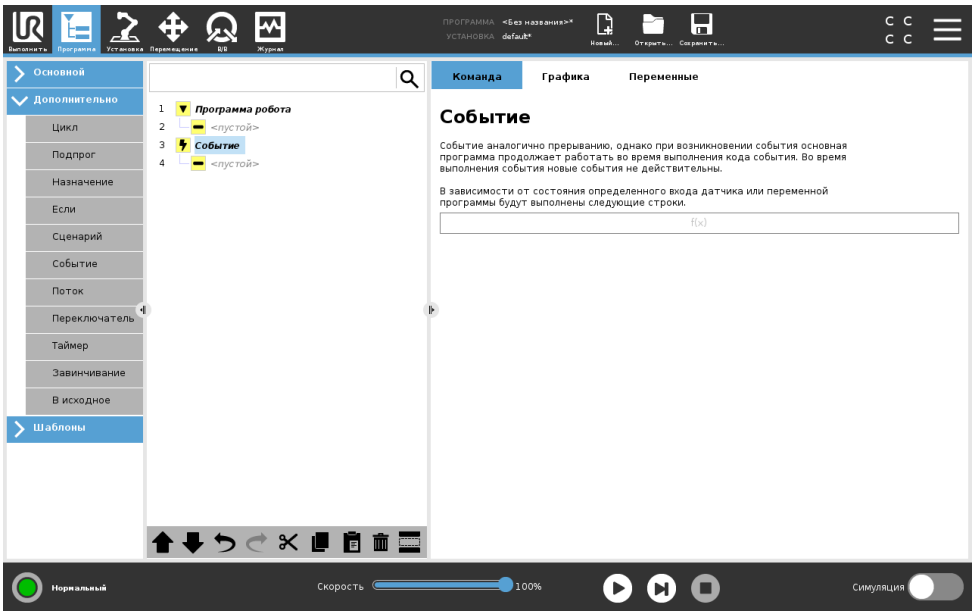
- Строка позволяет составить одну строку кода URscript при помощи редактора выражений (15.1.4);
- Файл позволяет составлять, править или загружать файлы URscript.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Инструкции по написанию URscript можно найти в руководстве по сценариям на сайте поддержки (http://www.universal-robots.com/support).

Функции и переменные, указанные в файле URscript, можно использовать во всей программе в PolyScope.

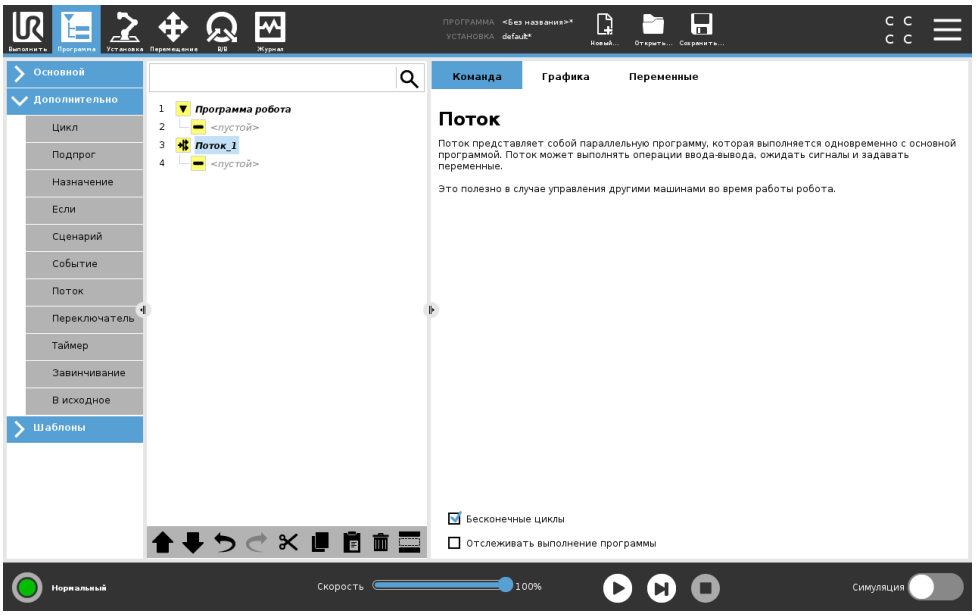
15.6.6 Событие



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 (2 мс) .

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

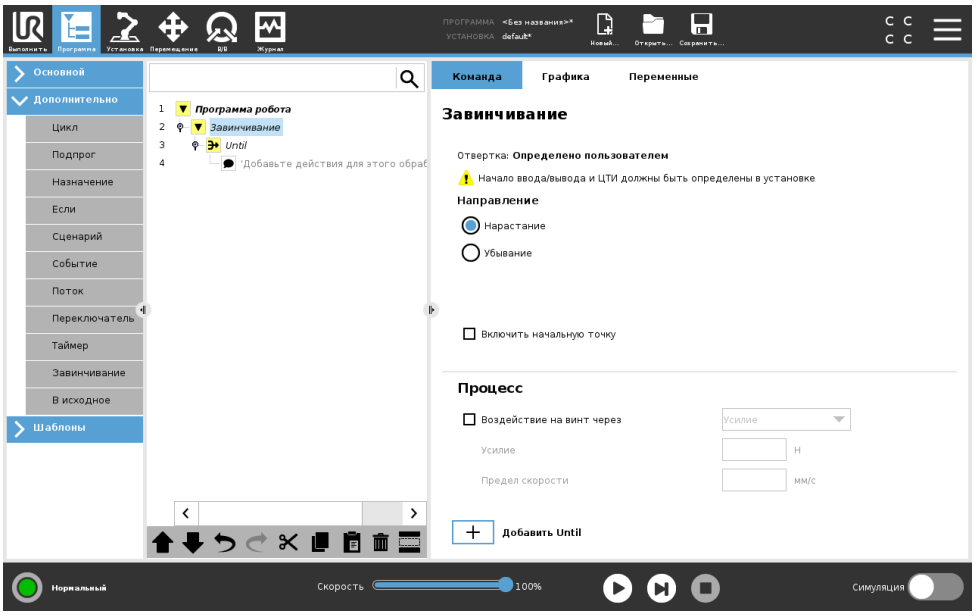
15.6.7 Поток



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.

15.6.8 Завинчивание

Узел программы Завинчивания предоставляет простой способ, как добавить программу завинчивания для установленного шуруповерта. Параметры шуруповерта и его связи с роботом определяются на вкладке ВкУстановкаВнь (см. 16.1).



Добавление узла завинчивания

1. В верхнем колонтитуле нажмите Программа.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

2. В разделе ВкРасширенные настройкиВнь нажмите Завинчивание.
3. Выберите Затянуть, чтобы следовать за винтом по направлению затягивания (внутрь), или Ослабить, чтобы следовать за винтом по направлению откручивания (наружу). Это повлияет на движение робота для следования за винтом и измерения расчетов.
4. В поле Выбор программы можете выбрать программу шуруповерта в зависимости от сигналов Выбора программы в разделе ВкУстановкаВнь.
5. Выберите Включить начальную точку, чтобы добавить MoveL в дерево программ, которое выполняется при уже работающем шуруповерте.

Выберите Следовать за винтом в разделе Процесс, чтобы изменить параметры завинчивания:

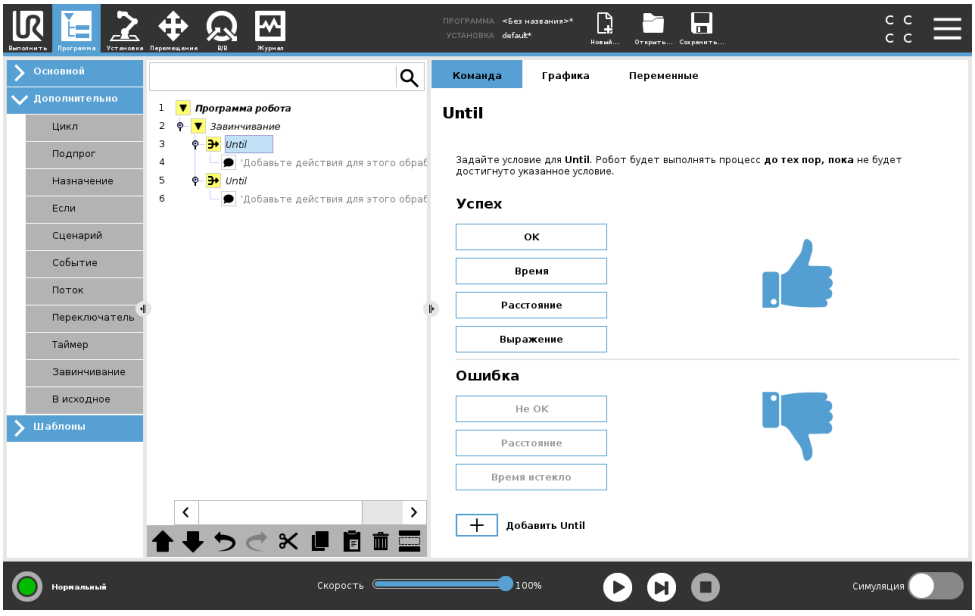
- Усилие: Выберите Усилие, чтобы определить усилие, которое будет приложено на винт. Затем выберите Предел скорости, с которой робот будет перемещаться, пока он не контактирует с винтом.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:
Поместите наконечник шуруповерта над винтом перед запуском программы завинчивания. Приложение усилия на винт может повлиять на выполнение программы завинчивания.

- Скорость: Выберите фиксированные значения Скорость инструмента и Ускорение, по которым робот будет следовать за винтом.
- Выражение: Также как и команда Если (см. 15.6.2), выберите Выражение, чтобы описать условие, при котором робот следует за винтом.

Завинчивание до

Узел программы завинчивания включает в себя обязательный узел достижения успешного состояния До, который определяет критерии остановки для процесса завинчивания.



Вы можете задать следующие критерии остановки:

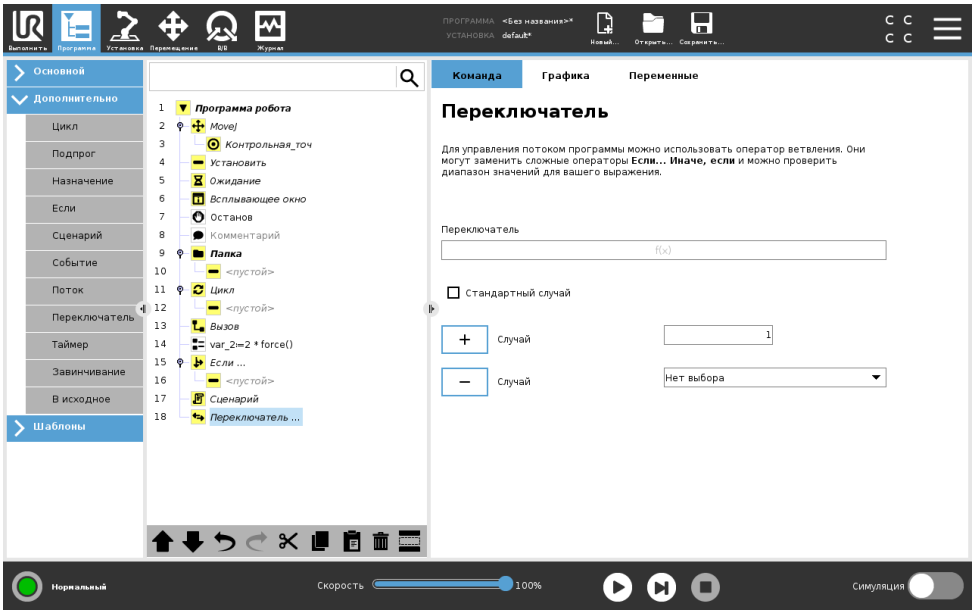
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

- Успех: Завинчивание продолжается, пока не будет обнаружено состояние завершения относительно заданного параметра. Вы можете добавить только одно условие успешного завершения.
- Ошибка: Завинчивание продолжается, пока не будет обнаружено состояние ошибки относительно заданных параметров. Вы можете добавить несколько условий ошибки.

	Успех • OK: Завинчивание продолжается, пока не будет получен сигнал ВкОКВнь от шуруповерта. • Время: Завинчивание продолжается в течение заданного времени. • Расстояние: Завинчивание продолжается до заданного расстояния. • Выражение: Завинчивание продолжается, пока не достигнет условия, заданного пользовательским выражением.
	Ошибка • Не OK: Завинчивание останавливается, когда получен сигнал ВкНЕ ОКВнь от шуруповерта. • Расстояние: Завинчивание останавливается, когда превышено заданное расстояние. • Время истекло: Завинчивание останавливается, когда превышено заданное время.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

15.6.9 Переключатель

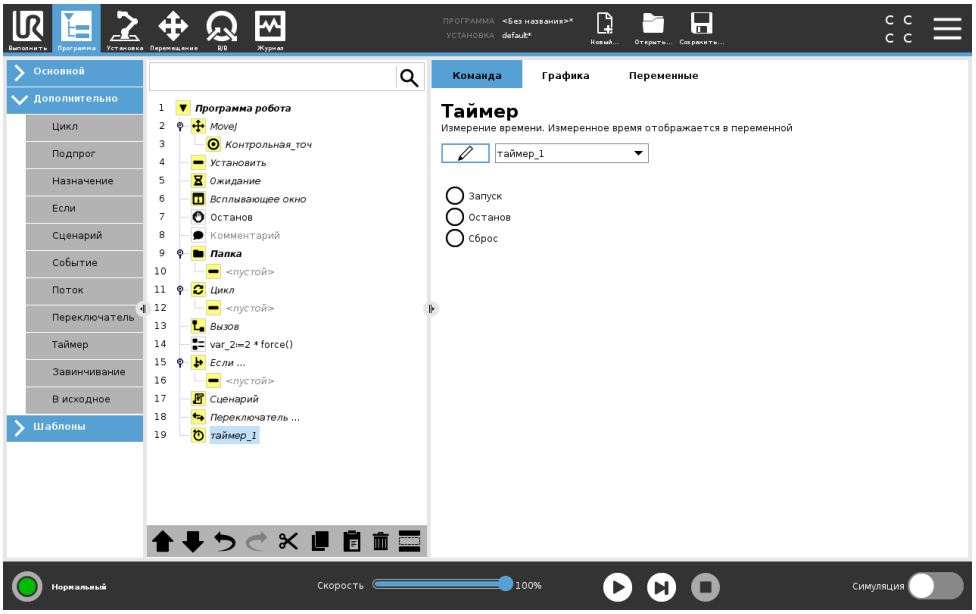


Конструкция Оператор ветвления может изменить направление движений робота, в зависимости от входных сигналов датчиков и значений переменных. Для описания основного условия и определения случаев, при которых робот должен перейти к выполнению дополнительных команд данного Переключателя используйте редактор 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 Случаи 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.

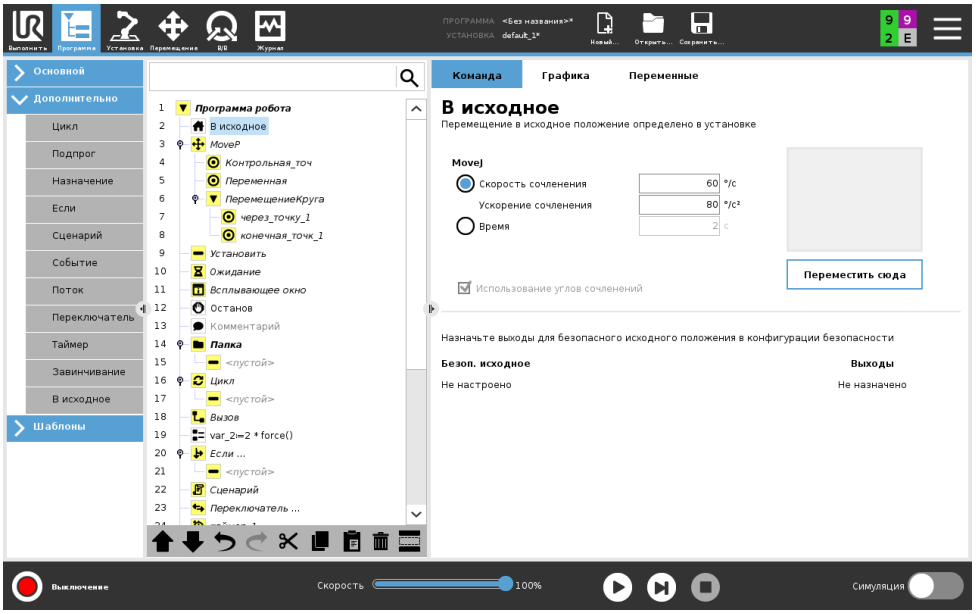
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

15.6.10 Таймер



Таймер измеряет время, необходимое для выполнения определенных действий программы. Программная переменная содержит время, пройденное с момента запуска таймера, и отображается на вкладках ВкПеременныеВнь и ВкВыполнитьВнь.

15.6.11 Начальное



Узел ВкНачальноеВнь использует углы сочленений, чтобы переместить робота в предопределенное начальное положение. Если узел ВкНачальноеВнь определен в качестве безопасного начального положения, то он отображается в дереве программ как ВкНачальное (Безопасное)Внь. Если начальное положение не соответствует безопасному, то узел остается неопределенным.

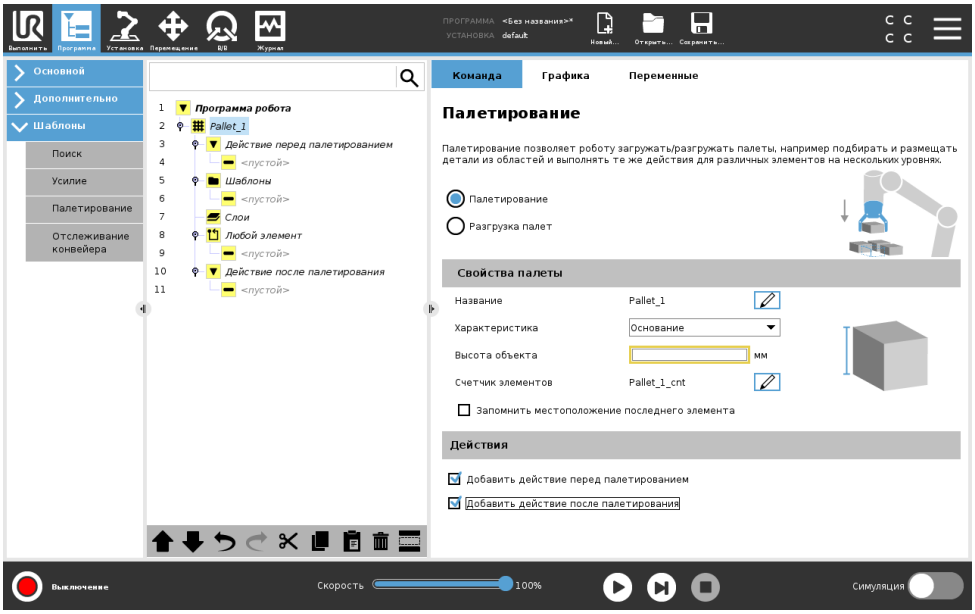
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

15.7 Шаблоны

15.7.1 Штабелирование

ВкШтабелированиеВнь — это шаблон, с помощью которого можно быстро запрограммировать задачи укладки на платформу и разгрузки с платформы, задачи подбора и размещения предметов (например, с лотков, неподвижного оборудования и т.д.), а также назначить роботу выполнение повторяющихся действий с различными продуктами на нескольких слоях с разной структурой. Вы можете создавать разные структуры и применять их к определенным слоям. Вы также можете поместить разделитель между каждым слоем (см. 15.7.1). Кроме того вы можете использовать детали из свойств платформы, чтобы легко регулировать расположение платформы. Чтобы узнать больше о деталях, см. 16.3. Ознакомьтесь с разделом Создание новой программы штабелирования далее, чтобы использовать шаблон штабелирования.

Создание новой программы ВкШтабелированиеВнь



1. Выберите обучение детали (см. 16.3) или использование основания в качестве исходной плоскости.
2. Во Вкладке ВкПрограммаВнь в разделе Шаблоны нажмите Штабелирование.
3. В окне ВкШтабелированиеВнь выберите одно из следующих действий.
   (a) Выберите Штабелирование для организации предметов на платформе.
   (b) Выберите Разгрузка с платформы для снятия предметов с платформы.
4. В разделе Свойства платформы укажите для программы имя, исходную деталь (см. шаг 1), высоту предмета и имя счетчика. Отметьте флажок Запомнить расположение последнего предмета, если вы хотите, чтобы робот возобновил работу у того предмета, с которым он проводил манипуляции во время остановки.
5. В окне ВкШтабелированиеВнь в разделе Действия добавьте дополнительные действия, которые должны выполняться до или после последовательности штабелирования:
   (a) Добавить действие перед штабелированием: Эти действия выполняются до начала штабелирования.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

(b) Добавить действие после штабелирования: Эти действия выполняются по окончании штабелирования.

6. В дереве программ нажмите на узел Шаблоны, чтобы назначить шаблоны для слоев. Можно создать следующие типы шаблонов: линейный, сетка или случайный (см. рисунок ниже). На этом экране можно выбрать использование разделителя между слоями (см. 15.7.1).

7. Нажмите на узел (-лы) шаблонов в дереве программ, чтобы обучить робота определенным позициям слоя (например, точке начала/конца, углам сетки и/или количеству элементов). См. 15.5.1 для инструкций по обучению робота. Всем позициям необходимо обучать внизу платформы. Чтобы дублировать шаблон, нажмите кнопку Дублировать шаблон в окне узла соответствующего шаблона.

	Линия Для обучения положениям выберите каждый предмет в дереве программ: • Start_Item_1 • End_Item_1 Введите число предметов в последовательности в текстовое поле Предметы внизу окна.
	Сетка Для обучения положениям выберите каждый предмет в дереве программ: • Corner_Item_1 • Corner_Item_2 • Corner_Item_3 • Corner_Item_4 Введите число строк и столбцов в соответствующие текстовые поля, чтобы задать размеры шаблона.
	Случайный Для обучения положениям выберите каждый предмет в дереве программ: • Item_1 • Item_2 • Item_3 Нажмите Добавить предмет, чтобы добавить и идентифицировать новый предмет в последовательности.

8. В дереве программ нажмите на узел Слои, чтобы сконфигурировать слои в последовательности штабелирования. Используйте раскрывающееся меню Выбрать шаблон, чтобы выбрать шаблон для каждого слоя. Нажмите кнопку Добавить слой, чтобы добавить дополнительные слои в программу. Слои необходимо добавлять в правильном порядке, так как его нельзя будет затем изменить.

9. В дереве программ нажмите на узел На каждом элементе. Используйте параметр

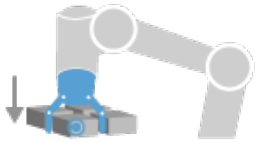
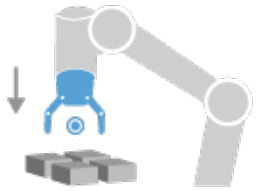
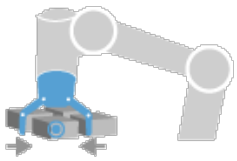
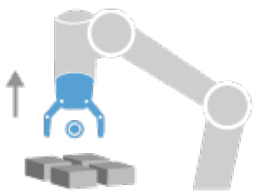
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

по умолчанию (A) мастер ВкНа каждом элементеВнь или (B) ручную конфигурацию ВкНа каждом элементеВнь. См. ниже инструкции для каждого варианта.

(A) Мастер ВкНа каждом элементеВнь Мастер ВкНа каждом элементеВнь помогает определить действия, выполняемые с каждым предметом на платформе, такие как точка отсчета, а также контрольная точка подхода, контрольная точка ВкТочка действия инструментаВнь и контрольная точка выхода (описаны в таблице ниже). Контрольные точки ВкПодходВнь и ВкВыходВнь для каждого элемента сохранят ориентацию и направление независимо от ориентации различных элементов.

1. Нажмите на узел На каждом элементе в дереве программ.
2. В окне ВкНа каждом элементеВнь нажмите Далее.
3. Нажмите кнопку Переместить сюда. Затем удерживайте нажатой кнопку Авто или нажмите кнопку Вручную, чтобы переместить робота в точку отсчета. Нажмите кнопку Продолжить. Нажмите Далее.
4. Нажмите Установить контрольную точку для каждой контрольной точки подхода (см. 15.5.1). Нажмите Далее.
5. Повторите этап 3.
6. Нажмите Установить контрольную точку для каждой контрольной точки выхода (см. 15.5.1). Нажмите Далее.
7. Нажмите Завершить.
8. Теперь вы можете добавить соответствующие узлы действий захвата в папку ВкДействие инструментаВнь в дереве программ.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

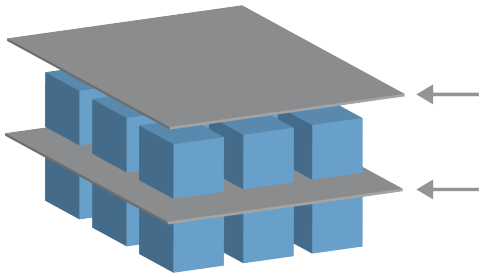
 Точка действия инструмента	Контрольная точка ВкТочка действия инструментаВнь: Расположение и позиция, в которых должен находиться робот при выполнении действия для каждого предмета в слое. Контрольная точка ВкТочка действия инструментаВнь является точкой отсчета по умолчанию, но ее можно отредактировать в дереве программ, нажав на узел контрольной точки ВкТочка действия инструментаВнь. При использовании мастера точка отсчета является первым положением в первом заданном слое на платформе. Точка отсчета используется для обучения робота контрольной точке подхода, контрольной точке ВкТочка действия инструментаВнь и контрольной точке выхода.
 Подход	Контрольная точка подхода: Положение и направление, не допускающие столкновения, в котором робот должен выполнять подход к предмету в слое.
 Действие инструмента	Действие инструмента: Действие, которое навесной инструмент робота должен выполнять с каждым предметом.
 Выход	Контрольная точка выхода: Положение и направление, в котором робот должен отходить от предмета в слое.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

(B) Ручная конфигурация

1. Нажмите на узел На каждом элементе в дереве программ.
2. На начальном экране На каждом элементе нажмите Ручная конфигурация.
3. Выберите в раскрывающихся меню шаблон и точку отсчета. Нажмите кнопку Использовать эту точку отсчета, чтобы задать точку отсчета.
4. Нажатием Переместить сюда переместите робота в точку отсчета.
5. Нажмите на узел ВкПодходВнь в дереве программ, чтобы обучить робота контрольной точке подхода (см. 15.5.1). Контрольные точки ВкПодходВнь сохранят ориентацию и направление независимо от ориентации различных элементов.
6. Нажмите на узел ВкНа каждом элементеВнь в дереве программ. Повторите этап 4.
7. Нажмите на узел Выход в дереве программ, чтобы обучить робота контрольной точке выхода (см. 15.5.1).
8. Теперь вы можете добавить соответствующие узлы действий захвата в папку ВкДействие инструментаВнь в дереве программ.

Добавление разделителя слоев в последовательности штабелирования



Между слоями в последовательности штабелирования можно размещать разделители, такие как бумага или экструдированный пенополистирол Styrofoam. Чтобы добавить разделители между слоями, следуйте инструкциям ниже:

1. Выберите узел Шаблоны в дереве программ.
2. В окне Шаблоны выберите Разделитель и задайте его высоту в текстовом поле Высота разделителя. Если высота не задана, программа не будет работать.
3. Выберите Слои в дереве программ. В окне ВкСлоиВнь выберите те слои, между которыми должен располагаться разделитель (разделители автоматически вставляются после каждого слоя).
4. Нажмите на узел Разделитель в дереве программ. Нажмите кнопку Установить разделитель, чтобы обучить положению разделителя.
5. Используйте вариант по умолчанию (A) мастер разделителя или (B) ручную конфигурацию последовательности разделителя. См. ниже инструкции для каждого варианта.

По завершении мастера, или если работа мастера была отменена, в дереве программ в разделе Действие разделителя появляется шаблон. Кроме папки ВкДействие инструментаВнь в узле ВкДействие разделителяВнь можно выбрать одну из следующих папок:

- Захват разделителя для программирования робота на захват разделителей для штабелирования
- Отпускание разделителя, чтобы отпустить разделитель при разгрузке с платформы

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

(A) Мастер разделителя

1. Нажмите на узел Действие разделителя в дереве программ.
2. В окне ВкДействие разделителяВнь нажмите Далее.
3. Нажмите кнопку Переместить сюда и удерживайте нажатой кнопку Авто или нажмите кнопку Вручную, чтобы переместить робота в точку разделителя. Нажмите кнопку Продолжить. Нажмите Далее.
4. Нажмите Установить контрольную точку для каждой контрольной точки подхода (см. 15.5.1). Нажмите Далее.
5. Повторите этап 3.
6. Нажмите Установить контрольную точку для каждой контрольной точки выхода (см. 15.5.1). Нажмите Далее.
7. Нажмите Завершить.
8. Теперь вы можете добавить соответствующие узлы действий в папки ВкЗахват разделителяВнь, ВкОтпускание разделителяВнь и ВкДействие инструментаВнь в дереве программ.

(B) Ручная конфигурация

1. Нажмите на узел Действие разделителя в дереве программ.
2. На начальном экране Действие разделителя нажмите Ручная конфигурация.
3. Нажатием Переместить в точку разделителя переместите робота в точку разделителя.
4. Нажмите на узел ВкПодходВнь в дереве программ, чтобы обучить робота контрольной точке подхода (см. 15.5.1).
5. Нажмите на узел ВкДействие разделителяВнь в дереве программ. Повторите этап 3.
6. Нажмите на узел ВкВыходВнь в дереве программ, чтобы обучить робота контрольной точке выхода (см. 15.5.1).
7. Теперь вы можете добавить соответствующие узлы действий в папки ВкЗахват разделителяВнь, ВкОтпускание разделителяВнь и ВкДействие инструментаВнь в дереве программ.

Варианты конфигурации программы ВкШтабелированиеВнь

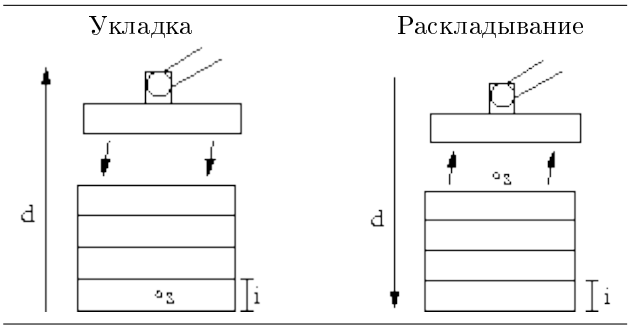
Доступные методы изменения программы ВкШтабелированиеВнь:

- Если платформа требует регулировки или изменения положения после создания программы штабелирования, то необходимо повторно обучить только деталь платформы (см. 16.3), так как последовательность штабелирования является фиксированной относительно детали. Поэтому все другие компоненты программы автоматически подстраиваются к новому заданному положению.
- Можно редактировать свойства команд перемещения (см. 15.5.1).
- Можно изменять скорость и радиус круговых движений (см. 15.5.1).
- Можно добавлять другие программные узлы в последовательность ВкНа каждом элементеВнь или ВкДействие разделителяВнь.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

15.7.2 Поиск

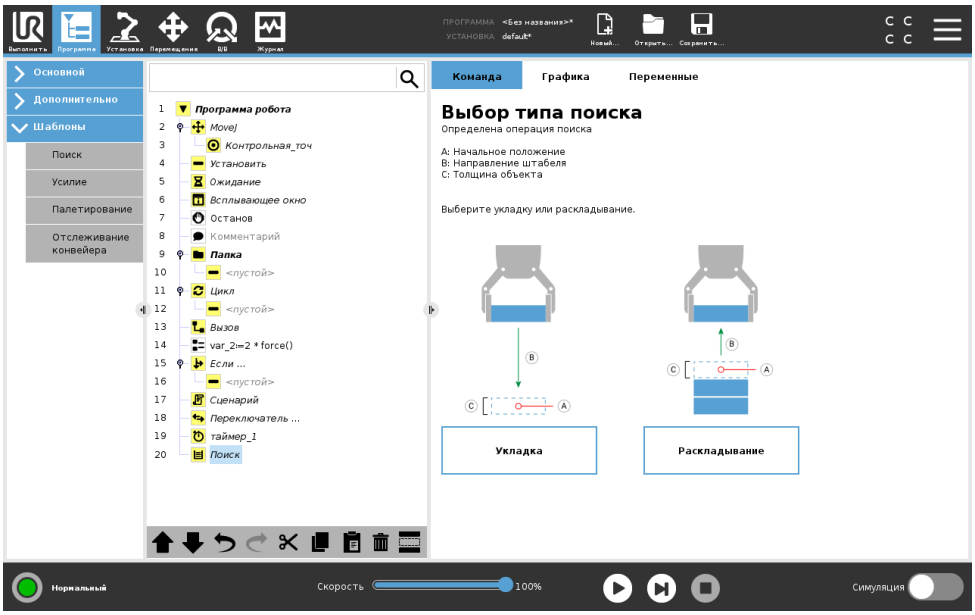
Функция поиска с помощью датчика определяет, достигнуто ли правильное положение, чтобы взять или положить объект. Датчиком может быть кнопочное реле, датчик давления или емкостный датчик. Эта функция предназначена для работы со штабелями объектов, содержащих объекты разной толщины, а также для случаев, 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.

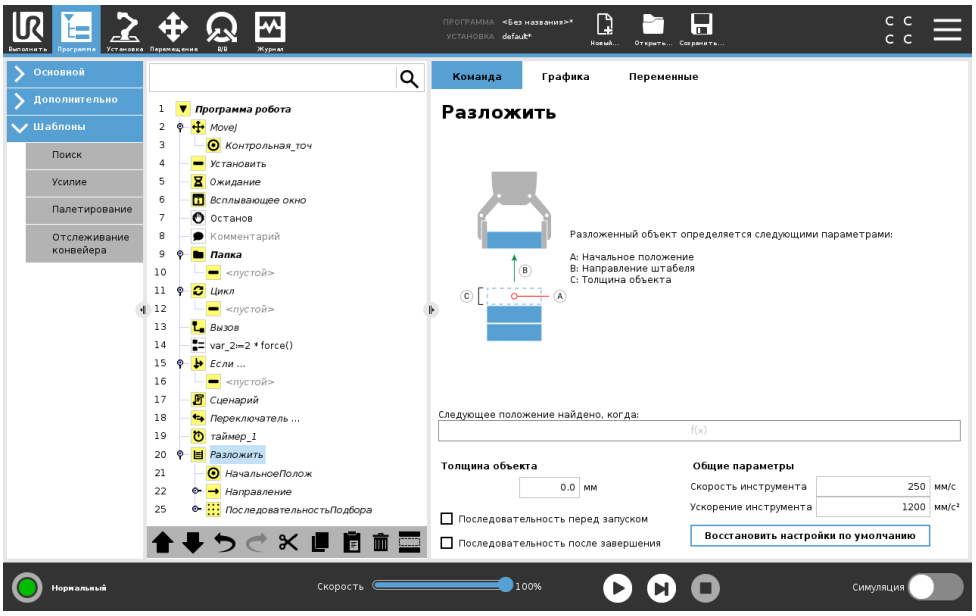
Укладка



Во время укладки манипулятор робота перемещается в начальное положение, а затем двигается 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Раскладывание

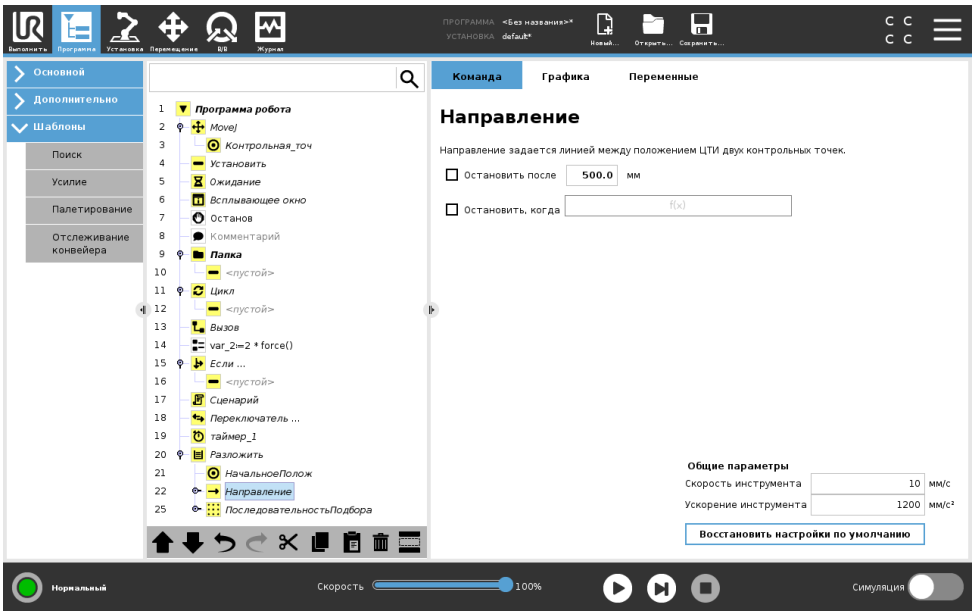


Во время раскладывания манипулятор робота перемещается в начальное положение в заданном направлении, выполняя поиск следующего объекта. Условие на экране определяет достижение следующего объекта. Обнаружив это положение, робот запоминает его и выполняет специальную последовательность. На следующем круге 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



Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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 запускомВнь

Дополнительная последовательность ПередЗапуском выполняется непосредственно перед запуском операции. Ее можно использовать для ожидания готовых сигналов.

ВкПосле окончанияВнь

Дополнительная последовательность ПослеКонца выполняется после завершения операции. Ее можно использовать для отправки сигнала запуска конвейера, подготавливая место для следующего штабеля.

Последовательность подбора/размещения

Последовательность подбора/размещения — это специальная последовательность программы, которая выполняется в каждом положении штабелирования, как и в случае с операцией платформы . .

15.7.3 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.

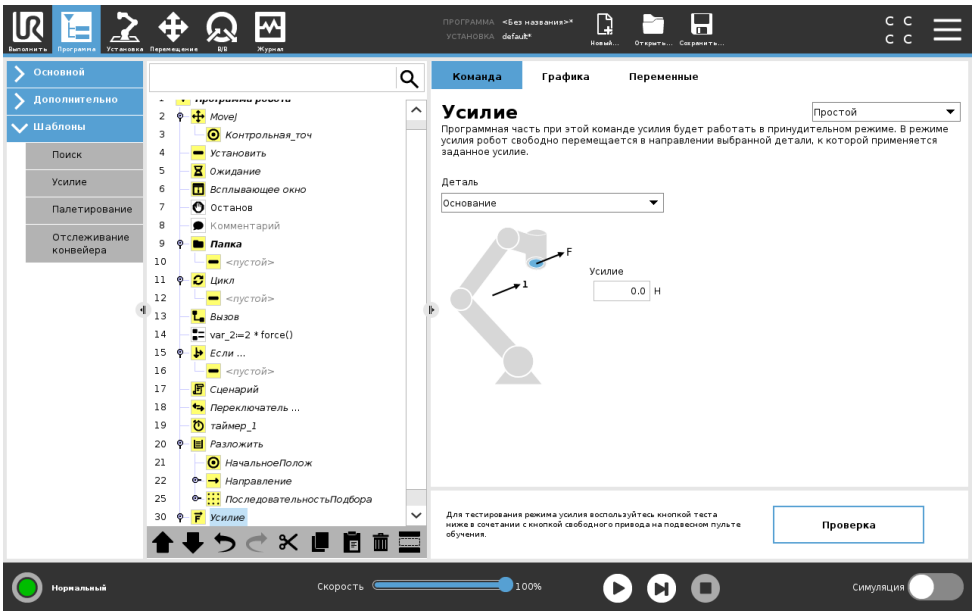
Принудительный режим можно использовать, когда фактическое положение ЦТИ вдоль предустановленной оси не имеет значения, но необходимо обеспечить заданное усилие вдоль этой оси. Например, если ЦТИ робота проходит через изогнутую поверхность, вдавливает или извлекает обрабатываемую деталь. В принудительном 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Если в принудительном режиме имеются выражения Если, Иначе Если или Цикл и выбран параметр Проверять выражение постоянно, то можно добавить сценарий end_force_mode() в конце выражения, чтобы выйти из принудительного режима.

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. 16.3).

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 ВкЛинияВнь согласование будет выполняться вдоль оси Y.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

- Рама: тип ВкРамаВнь дает более широкие возможности использования. Этот тип позволяет выбрать совмещение и усилие независимо по всем шести степеням свободы.
- Точка: при выборе типа ВкТочкаВнь 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. 15.3), 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 гаечного ключа, если фактическое значение усилия и/или крутящего момента ниже требуемого.

Пределы скорости

Максимальная скорость, выраженная в прямоугольных координатах, может быть установлена для осей совмещения. В принудительном режиме робот перемещается с этой скоростью,

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

пока не соприкоснется с каким-либо объектом.

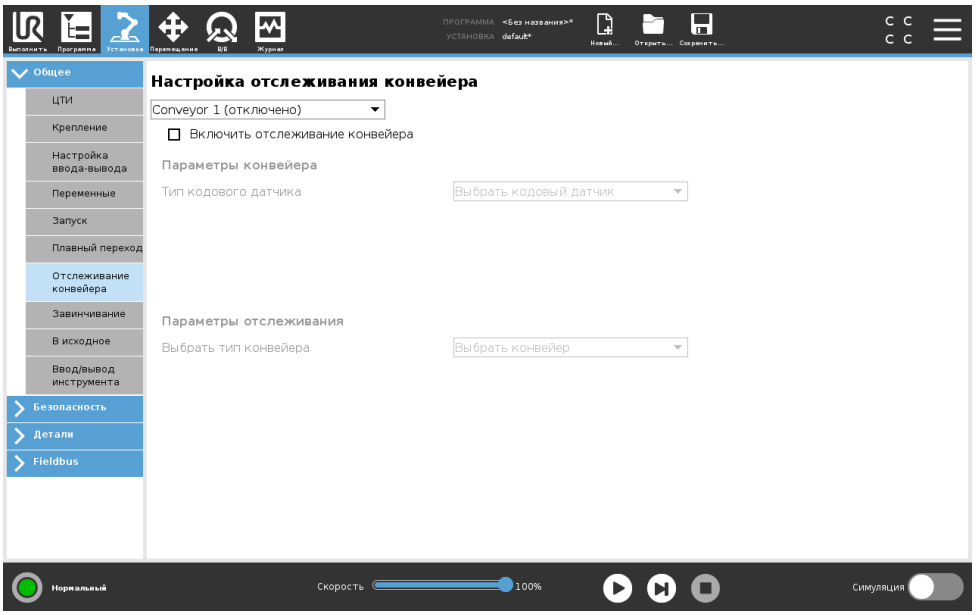
Настройки тестового усилия

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 подвесного 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 подвесного пульта обучения снова будет использоваться для обычного режима свободного привода.
Примечание: Кнопка свободного привода будет действовать только при выборе допустимой функции для команды усилия.

15.7.4 Отслеживание конвейера

Функция ВкОтслеживание конвейераВнь позволяет манипулятору робота отслеживать движение максимум двух конвейеров. Функция ВкОтслеживание конвейераВнь задается во вкладке ВкУстановкаВнь (см. раздел 16.1.10).



Узел программы ВкОтслеживание конвейераВнь доступен во вкладке ВкПрограммаВнь в разделе ВкШаблоныВнь. Все движения в рамках данного узла разрешены во время отслеживания конвейера, но они относятся к движению конвейерной ленты. Круговые движения не допустимы при выходе из функции ВкОтслеживание конвейераВнь, поэтому перед тем как сделать следующее движение робот переходит к полному останову.

Отслеживание конвейера

1. В верхнем колонтитуле нажмите Программа.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

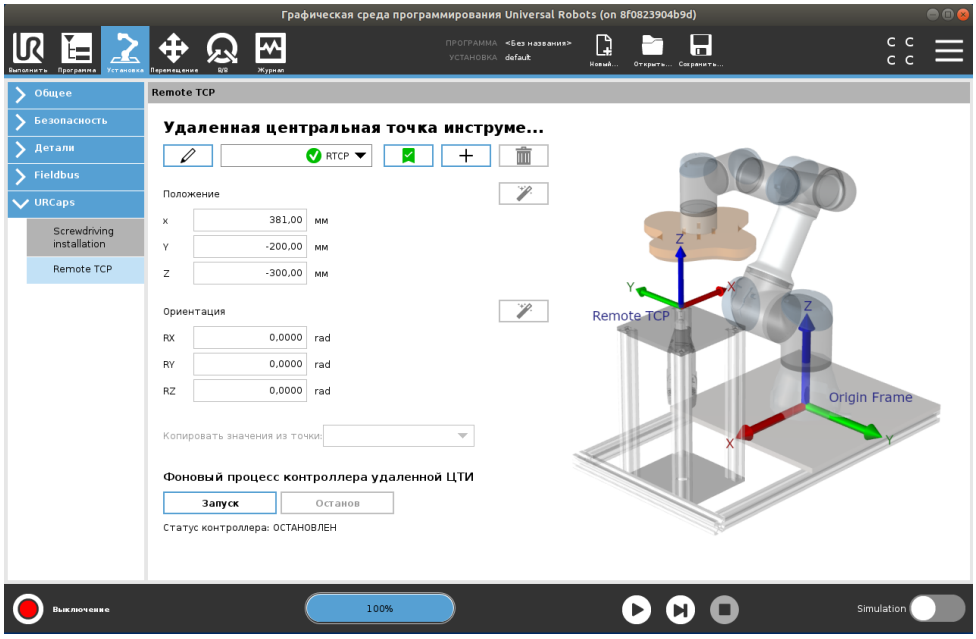
2. Нажмите Шаблоны и выберите Отслеживание конвейера, чтобы добавить в дерево программ узел ВкОтслеживание конвейераВнь. Все движения, перечисленные в узле ВкОтслеживание конвейераВнь, отслеживают движение конвейера.
3. В ВкОтслеживание конвейераВнь в раскрывающемся списке ВкВыбрать конвейерВнь выберите Конвейер 1 или Конвейер 2, чтобы определить отслеживаемый конвейер.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Если в узле ВкОтслеживание конвейераВнь имеются выражения Если, Иначе Если или Цикл и выбран параметр Проверять выражение постоянно, то можно добавить сценарий end_conveyor_tracking() в конце выражения, чтобы выйти из режима отслеживания конвейера.

15.8 URCaps

15.8.1 Конфигурация URCap удаленной ЦТИ

Для использования URCap удаленной ЦТИ необходимо зарегистрировать робота (см. 11.4). Удаленная центральная точка инструмента (УЦТИ) — это центральная точка инструмента, зафиксированная в пространстве относительно основания робота. УЦТИ используется в тех случаях, где роботу требуется захватить и переместить предмет относительно фиксированного инструмента. УЦТИ используется вместе с командами УЦТИ_MoveP и УЦТИ_CircleMove для перемещения захваченной детали с постоянной скоростью относительно фиксированного инструмента.



Так же как и обычную ЦТИ (см. 16.1.1), вы можете задать УЦТИ и присвоить ей имя в настройках вкладки ВкУстановкаВнь. Вы также можете выполнять следующие действия:

- Добавление, переименование, изменение и удаление УЦТИ
- Понимание активной УЦТИ и УЦТИ по умолчанию

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

- Обучение положения УЦТИ
- Обучение ориентации УЦТИ

15.8.2 Настройка УЦТИ с детали

Настройте УЦТИ с помощью детали, чтобы позволить роботу работать толчками относительно УЦТИ, создавая контрольные точки и круговые движения УЦТИ.

1. Коснитесь значка плюса, чтобы создать новую УЦТИ УЦТИ. Или выберите имеющеюся УЦТИ в раскрывающемся меню.
2. Коснитесь в раскрывающемся меню Копировать значения от точки и выберите деталь. Проверьте значения положения и ориентации УЦТИ, чтобы они соответствовали выбранной детали.

15.8.3 Типы движений удаленной ЦТИ

УЦТИ_MoveP

Также как и обычная команда MoveP, УЦТИ_MoveP задает скорость и ускорение манипулятора робота относительно удаленной ЦТИ. См. 16.1.1.

Круговое движение УЦТИ

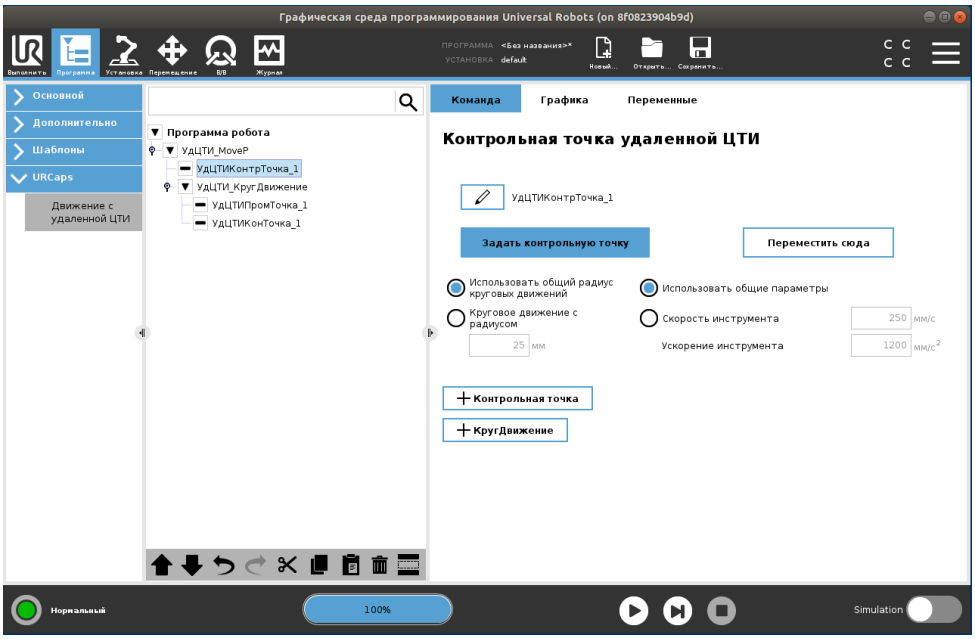
Также как и обычное круговое движение, круговое движение УЦТИ можно добавить в RTCP_MoveP, чтобы определить движения по кругу. См. 16.1.1.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Максимальная скорость кругового движения может быть ниже, чем заданное значение. Радиус круга — r, максимальное ускорение — A. Максимальная скорость не может превышать значение Ar из-за центростремительного ускорения.

Контрольная точка УЦТИ

Как и обычные контрольные точки, контрольная точка УЦТИ позволяют манипулятору перемещаться линейно с постоянной скоростью и круговыми движениями. Величина радиуса круговых движений по умолчанию является общим значением для всех контрольных точек. Меньший радиус круговых движений делает повороты на траектории более острыми. Больший радиус круговых движений делает траекторию более плавной. Для программирования контрольных точек УЦТИ необходимо физически переместить манипулятор робота в нужное положение.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.



Обучение контрольным точкам УЦТИ

1. Во вкладке ВкПрограммаВнь добавьте УЦТИ_MoveP.
2. В узле УЦТИ_MoveP нажмите Задать, чтобы открыть экран Переместить.
3. На экране Переместить воспользуйтесь Режимом обучения или Подталкиванием робота в необходимое положение.
4. Нажмите зеленую галочку, чтобы подтвердить.

Настройка контрольной точка УЦТИ

Используйте круговые движения, чтобы позволить роботу плавно переходить между двумя траекториями. Нажмите Использовать общий радиус круговых движений или нажмите Круговое движение с радиусом, чтобы задать радиус круговых движений для контрольной точки от УЦТИ_MoveP.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Физический узел времени (например, перемещения, ожидания) нельзя использовать в качестве дочернего узла для УЦТИ_MoveP. Если неподдерживаемый узел добавлен в качестве дочернего узла в УЦТИ_MoveP, то программа не пройдет проверку.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

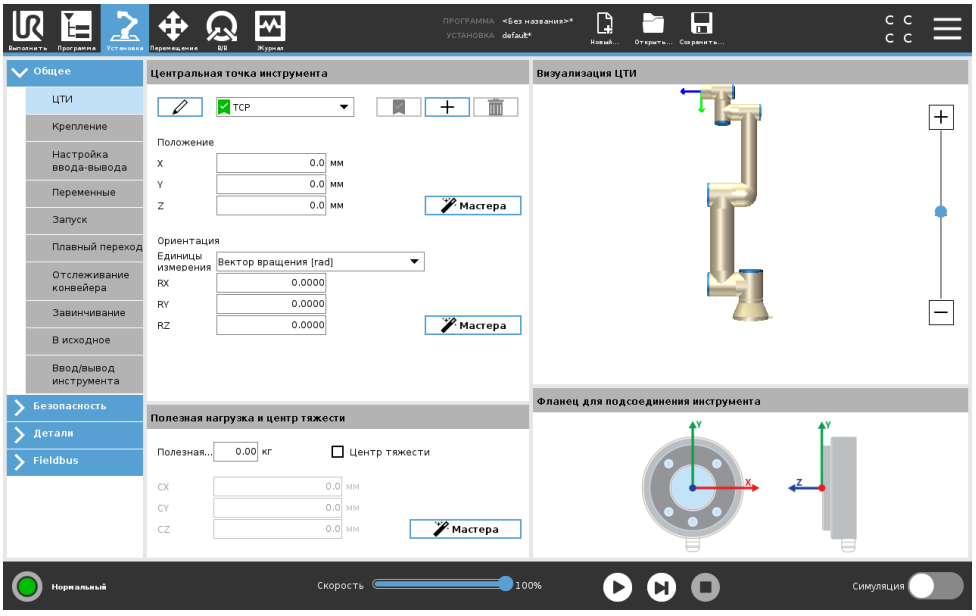
16 Вкладка ВкУстановкаВнь

16.1 Общее

Вкладка ВкУстановкаВнь дает вам возможность настроить параметры, которые влияют на общую производительность робота и PolyScope.

16.1.1 Конфигурация ЦТИ

Центральная точка инструмента (ЦТИ) является точкой на инструменте робота. Каждая ЦТИ содержит смещение и вращение относительно центра выходного фланца инструмента. Если робот запрограммирован на возвращения 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.



Положение

Координаты X, Y, Z задают положение ЦТИ. Если все значения (включая ориентации) равны нулю, то ЦТИ совпадает с центральной точкой на выходном фланце инструмента и принимает систему координат, изображенную на экрана.

Ориентация

Поля координат RX, RY, RZ задают ориентацию ЦТИ. Так же как и в вкладке ВкПереместитьВнь, используйте раскрывающееся меню ВкЕдиницы измеренияВнь над полями RX, RY, RZ, чтобы выбрать координаты ориентации (см. 17.3.1).

Добавление, переименовывание, изменение и удаление ЦТИ

Нажмите кнопку Создать, чтобы определить новую ЦТИ. Созданная ЦТИ автоматически получает уникальное название и становится доступной на выбор в раскрывающемся меню.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Чтобы переименовать ЦТИ, нажмите кнопку Карандаш рядом с раскрывающимся меню ЦТИ. Для удаления выбранной ЦТИ нажмите кнопку Удалить. Последняя оставшаяся ЦТИ не может быть удалена.

Перемещение и вращение выбранной ЦТИ можно изменить, вводя новые значения в поля.

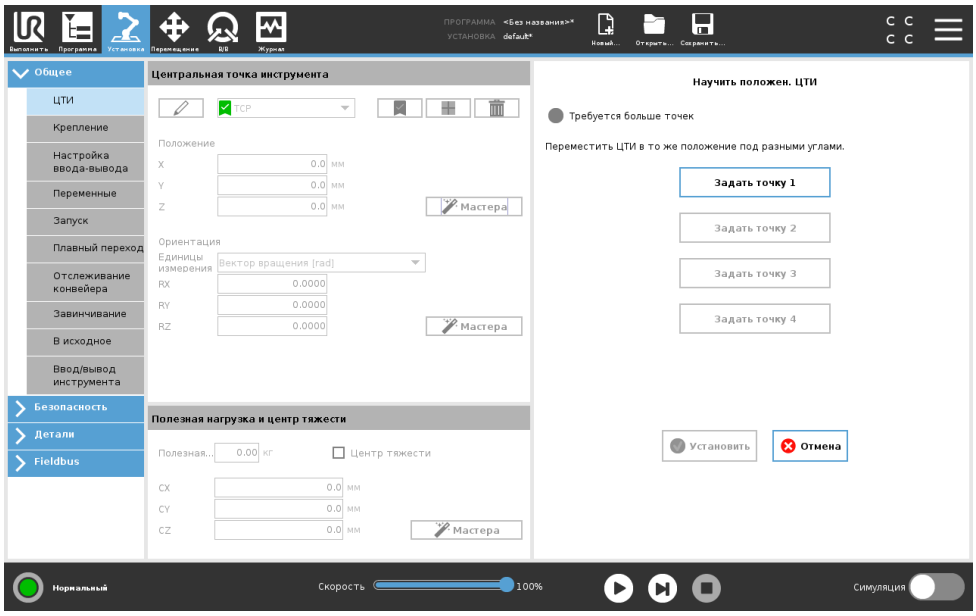
Активная ЦТИ

При линейном перемещении робот всегда использует активную ЦТИ, чтобы определить смещение ЦТИ. Активную ЦТИ можно изменить при помощи команды ВкПереместитьВнь (см. 15.5.1) или команды ВкЗадатьВнь. Данное смещение активной ЦТИ отображается во вкладке ВкГрафикиВнь (см. 15.3).

ЦТИ по умолчанию

ЦТИ по умолчанию должна быть задана в качестве активной ЦТИ перед запуском программы. Выберите нужную ЦТИ и нажмите Задать по умолчанию, чтобы задать ЦТИ в качестве точки по умолчанию. Зеленый значок в имеющемся раскрывающемся меню указывает на ЦТИ по умолчанию.

Обучение положению ЦТИ



Координаты положения ЦТИ могут быть вычислены автоматически следующим образом:

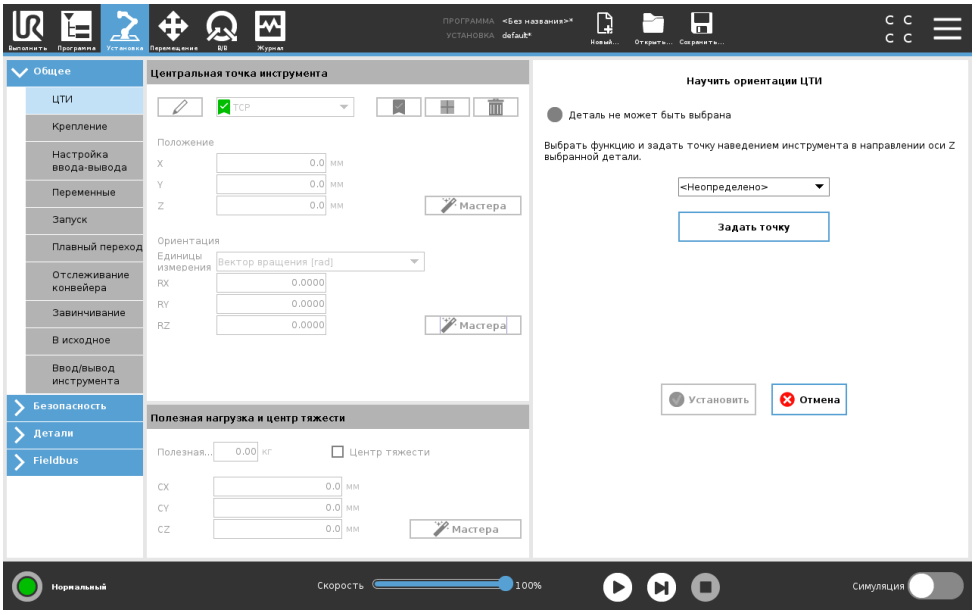
1. Нажмите на Мастер положения ЦТИ.
2. Выберите фиксированную точку в рабочей области робота.
3. С помощью кнопок на правой стороне экрана переместите ЦТИ из по меньшей мере трех различных углов и сохраните соответствующие положения выходного фланца инструмента.
4. Нажмите кнопку Установить, чтобы применить проверенные координаты для соответствующей ЦТИ. Для правильного расчета данные о положения 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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

точки по отношению к вычисляемой ЦТИ указывается зеленым, желтым или красным светодиодом на соответствующей кнопке.

Обучение ориентации ЦТИ



1. Нажмите на Мастер ориентации ЦТИ.
2. Из раскрывающегося списка выберите деталь. (См. 16.3) для дополнительной информации по определению новых деталей
3. 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.
4. Проверьте ориентацию рассчитанной ЦТИ и примените ее на выбранную ЦТИ с помощью кнопки Установить.

16.1.2 Полезная нагрузка и центр тяжести

Задайте вес полезной нагрузки и определите центр тяжести.

Определение полезной нагрузки

Нажмите поле ВкПолезная нагрузкаВнь и введите новый вес. Данный параметр применяется ко всем определенным ЦТИ. Более подробную информацию о максимально допустимой полезной нагрузке см. в руководстве по установке оборудования.

Определение центра тяжести

Нажмите поле CX, CY и CZ, чтобы определить центр тяжести. Данный параметр применяется ко всем определенным ЦТИ. Установки, созданные до версии 5.2, поддерживают определение центра тяжести на ЦТИ, если они были предварительно заданы. Но, начиная с версии 5.2, нельзя вручную задавать центр тяжести.

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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Расчет полезной нагрузки

Данная функция позволяет роботу помочь пользователю задать правильную полезную нагрузку и центр тяжести.

Использование ВкМастера расчета полезной нагрузкиВнь

1. Во вкладке ВкУстановкаВнь в разделе ВкОбщиеВнь выберите ЦТИ
2. На экране ЦТИ в разделе ВкПолезная нагрузка и центр тяжестиВнь нажмите Мастер полезной нагрузки и центра тяжести.
3. В окне ВкМастер расчета полезной нагрузкиВнь нажмите кнопку Далее
4. Выполните последующие действия, чтобы установить четыре положения.
   Установка четырех положений требует перемещения манипулятора робота в четыре разных положения. Каждое положение измеряется. Отдельные измерения можно изменить нажатием соответствующего поля со значением центра тяжести и ввода новых значений.
5. По завершению измерений нажмите кнопку Завершить

ПРИМЕЧАНИЕ:
Для получения наилучших результатов расчета полезной нагрузки придерживайтесь следующих советов:

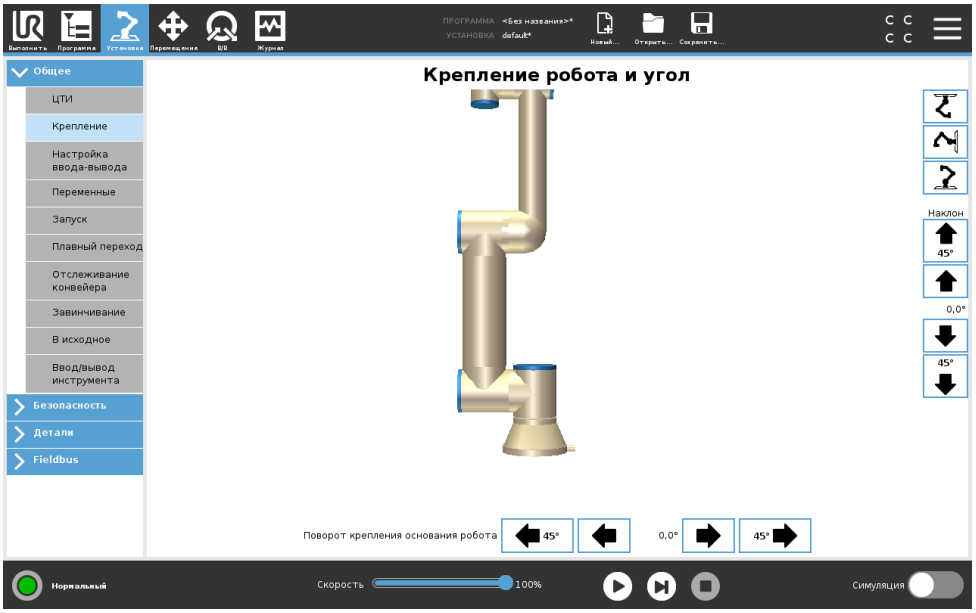
- Убедитесь, что положения ЦТИ находятся на максимально разном расстоянии друг от друга
- Выполняйте измерения за короткий срок

ВНИМАНИЕ:

- Избегайте движений инструмента и/или добавленную полезную нагрузку до и во время расчета
- Монтаж и угол робота должны быть определены во время установки

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

16.1.3 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.

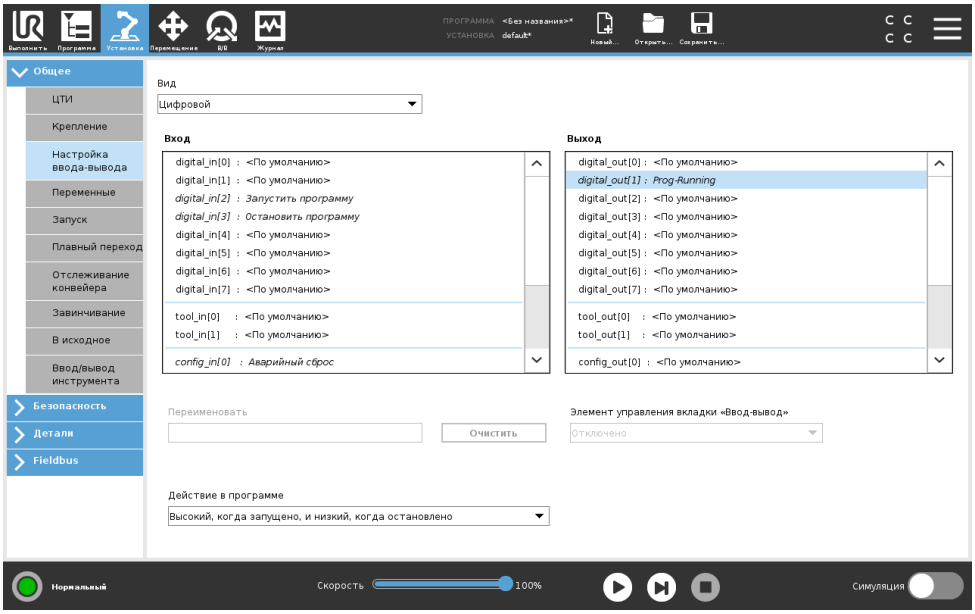
Кнопки с правой стороны экрана предназначены для настройки угла монтажа манипулятора робота. Три верхние кнопки справа используются для выбора угла на потолке (180°), на стене (90°), на полу (0°). Кнопка Наклон позволяет установить произвольный угол.

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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

16.1.4 Настройка ввода-вывода



На экране ВкНастройка ввода-выводаВнь пользователь может определить сигналы ввода-вывода и настроить действия при помощи элементов управления вкладки ВкВвод-выводВнь.
Примечание: При включенном Интерфейсе связи инструмента (TCI) аналоговый ввод инструмента становится недоступен.

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).

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.

Назначение пользовательских имен

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

1. Выберите нужный сигнал
2. Щелкните по текстовому полю в нижней части экрана, чтобы присвоить название.
3. 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)

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Команды Ожидание и Если описываются в (15.5.3) и (15.6.2) соответственно. Именованные регистры общего назначения могут быть найдены в области выбора Ввод или Вывод на экране редактора выражений.

Входные/выходные действия и управление на вкладке Ввод-вывод

Входные/выходные действия Физические и цифровые входы/выходы полевой шины можно использовать, чтобы активировать действия или реагировать на состояние программы.

Допустимые входные действия:

- Запуск: запуск или продолжение текущей программы по переднему фронту. Данная функция активная только в режиме дистанционного управления (см. 21.4.5).
- Остановка: остановка текущей программы по переднему фронту.
- Пауза: пауза текущей программы по переднему фронту.
- Свободный привод: При высоком входном сигнале робот находится в режиме свободного привода (аналогично кнопке свободного привода). Вход игнорируется, если работает программа или если другие условия не позволяют использовать свободный привод.

ВНИМАНИЕ:
Если робот останавливается во время использования входного действия пуска, робот медленно движется в первую контрольную точку программы перед выполнением самой программы. Если робота приостанавливают во время использования входного действия пуска, перед возобновлением программы робот медленно движется в положение, в которого он был приостановлен.

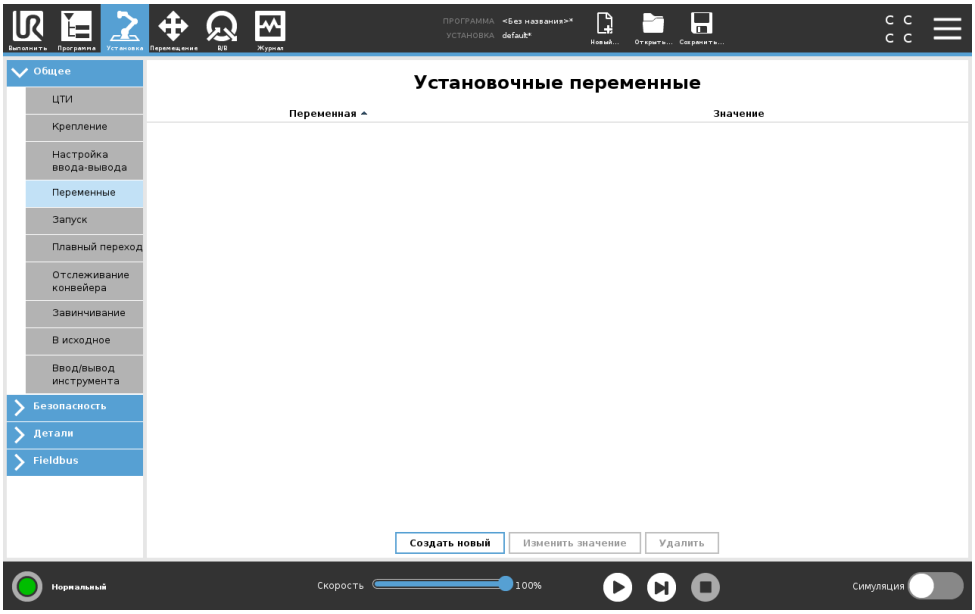
Допустимые выходные действия:

- Низкий, когда не запущено: Выход низкий, когда состояние программы ВкостановленоВнь или ВкприостановленоВнь.
- Высокий, когда не запущено: Выход высокий, когда состояние программы ВкостановленоВ или ВкприостановленоВнь.
- Высокий, когда запущено, и низкий, когда остановлено: Выход низкий, когда состояние программы ВкостановленоВнь или ВкприостановленоВнь и высокий во время работы.
- Постоянный импульс: на выходе попеременно присутствуют высокий и низкий сигналы в течение нескольких секунд, пока работает программа. Для сохранения состояния импульса необходимо остановить или приостановить программу.

Элемент управления вкладки ВкВвод-выводВнь Определите возможность управления выходом на вкладке ВкВвод-выводВнь (только программистами или программистами и операторами), или оно управляется только программой робота.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

16.1.5 Переменные



Переменные, созданные на экране переменных, носят название ВкУстановочные переменныеВнь 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 OK 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.

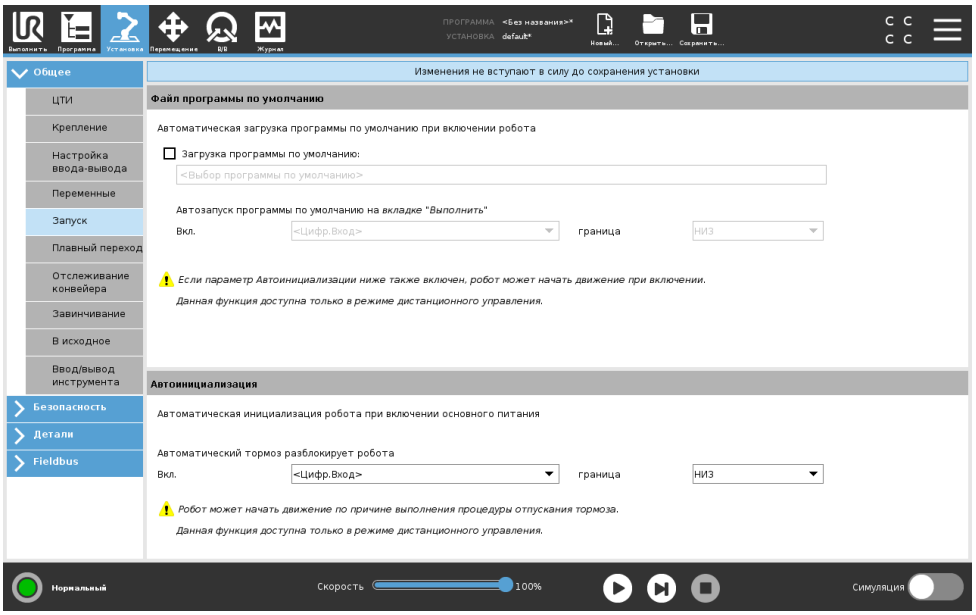
После настройки установочных переменных необходимо сохранить установку, чтобы сохранить конфигурацию.

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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

16.1.6 Запуск



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.
3. Чтобы запустить программу с задействованным автозапуском и автоинициализацией, робот должен быть в режиме дистанционного управления.

Загрузка программы запуска

Программа по умолчанию загружается после включения блока управления. Кроме того, выполняется автоматическая загрузка программы по умолчанию при открытом экране Запустить программу (см. 14) и отсутствии загруженной программы.

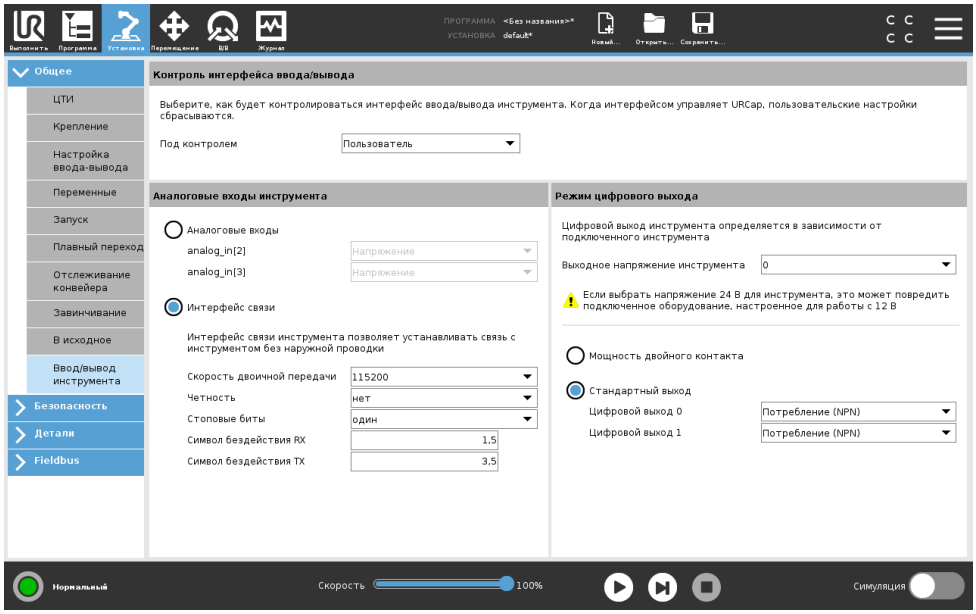
Запуск программы запуска

Автоматический запуск программы по умолчанию выполняется с экрана Запустить программу. В случае загрузки программы по умолчанию и обнаружения передачи внешнего сигнала по

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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.

16.1.7 Входы и выходы инструмента



Контроль интерфейса ввода/вывода

Контроль интерфейса ввода/вывода обеспечивает переключение между управлением пользователем и URcap.

1. Нажмите вкладку ВкУстановкаВнь и в разделе ВкОбщиеВнь нажмите Входы и выходы инструмента
2. В разделе Контроль интерфейса ввода/вывода, выберите Пользователь, чтобы открыть параметры ВкАналоговые входы инструментаВнь и/или ВкРежим цифрового выходаВнь. Выбор URcap убирает доступ к параметрам ВкАналоговые входы инструментаВнь и ВкРежим цифрового выходаВнь.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Если URcap управляет концевым исполнительным органом, например, устройством захвата, то для URcap требуется управление интерфейсом входов и выходов инструмента. Выберите в списке URcap, чтобы предоставить управление интерфейсом входов и выходов инструмента.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Аналоговые входы инструмента

Интерфейс связи инструмента

Интерфейс связи инструмента (ИСИ) активирует связь робота с установленным инструментом через аналоговый вход инструмента робота. Это исключает необходимость использования внешней проводки.
При включении интерфейса связи инструмента все аналоговые входы инструмента становятся недоступными.

Настройка интерфейса связи инструмента (ИСИ)

1. Нажмите вкладку ВкУстановкаВнь и в разделе ВкОбщиеВнь нажмите Входы и выходы инструмента.
2. Чтобы изменить параметры ЦТИ, выберите Интерфейс связи.
   При включении ИСИ аналоговый вход инструмента становится недоступным для настройки входа/выхода установки и не отображается в списке входов. Аналоговый вход инструмента также недоступен для программ, а также параметры и выражения ВкОжиданияВнь.
3. В раскрывающемся меню в ВкИнтерфейсе связиВнь выберите нужные значения.
   Любые изменения в значениях мгновенно отправляются к инструменту. Если какие-либо значения установки отличаются от тех, которые инструмент использует, на экране отображается предупреждение.

Режим цифрового выхода

Интерфейс связи инструмента позволяет выполнить независимую настройку двух цифровых выходов. В PolyScope каждый контакт имеет раскрывающееся меню, в котором можно настроить режим выхода. Доступны следующие параметры:

- Потребитель тока: Позволяет настроить контакт в конфигурации NPN или втекающего тока. Когда выход отключен, контакт позволяет току переходить к заземлению. Это можно использовать вместе с контактом ПИТАНИЕ, чтобы создать полный контур (см. 5.7.2).
- Источник тока: Позволяет настраивать контакт в конфигурации PNP или вытекающего тока. Когда выход задействован, контакт обеспечивает источником положительного напряжения (настраивается на вкладке ВкВход-выходыВнь). Это можно использовать вместе с контактом ЗАЗЕМ., чтобы создать полный контур (см. 5.7.2).
- Двухтактный: Позволяет настроить контакт в двухтактной схеме. Когда выход задействован, контакт обеспечивает источником положительного напряжения (настраивается на вкладке ВкВход-выходыВнь). Это можно использовать вместе с контактом ЗАЗЕМ., чтобы создать полный контур (см. 5.7.2). Когда выход отключен, контакт позволяет току переходить к заземлению.

Изменения вступают в силу после выбора новой конфигурации выхода. Изменения применяются в загруженной установке, чтобы соответствовать новой конфигурации. Убедившись, что выходы инструмента работают надлежащим образом, сохраните установку, чтобы не потерять изменения.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Электропитание на два контакта

Электропитание на два контакта используется в качестве источника питания инструмента. При включенном электропитании на два контакта отключаются цифровые выходы инструмента по умолчанию.

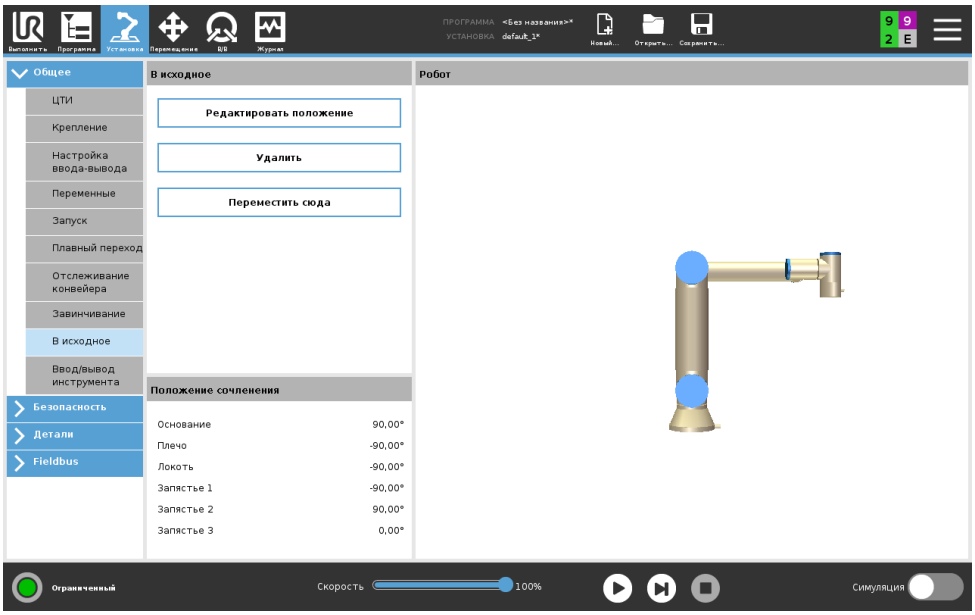
16.1.8 Плавный переход между режимами безопасности

При переключении между режимами безопасности во время событий (входные данные ограниченного режима, ограниченный режим, плоскости срабатывания, 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.

Регулировка настроек ускорения/замедления

1. В верхнем колонтитуле нажмите Установка.
2. В боковом меню слева в разделе Общее, выберите Плавный переход.
3. Для более высокого значения ускорения/замедления выберите Жесткий режим или выберите Плавный режим для более плавного, стандартного перехода.

16.1.9 Главная



Начальное — это пользовательское положение, в которое возвращается манипулятор робота. Заданное начальное положение можно использовать при создании программы робота. При помощи начального положения можно определить безопасное начальное положение.(См. 13.2.12)

Определение начального положения

1. В верхнем колонтитуле нажмите Установка.
2. В Общие выберите Начальное.
3. Нажмите кнопку Задать положение.
4. Обучите робота, используя возможности свободного привода или кнопки перемещения.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

16.1.10 Настройка отслеживания конвейера

Настройка отслеживания конвейера позволяет настроить движение максимум двух отдельных конвейеров. Настройка отслеживания конвейера предоставляет параметры для конфигурирования робота на работу с кодовыми датчиками абсолютного положения или приращения (инкрементальные), а также линейными или кольцевыми конвейерами.

Определение конвейера

1. В верхнем колонтитуле нажмите Установка.
2. В ВкОбщиеВнь выберите Отслеживание конвейера.
3. В Настройка отслеживания конвейера в раскрывающемся списке выберите Конвейер 1 или Конвейер 2.
   Вы можете одновременно определять только один конвейер.
4. Выберите Включить отслеживание конвейера
5. Настройте Параметры конвейера (раздел 16.1.10) и Параметры отслеживания (раздел 16.1.10).

Параметры конвейера

Инкрементальные кодовые датчики можно подключать к цифровым выходам от 8 до 11. 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 Возрастающе и спадающего фронта, который определяет скорость конвейера.

Абсолютные датчики можно подключить через сигнал MODBUS. Для этого требуется предварител я конфигурация цифрового регистра выходов MODBUS в (раздел 16.4.1).

Параметры отслеживания

Линейные конвейеры При выборе линейного конвейера характеристику линии необходимо настроить в части установки Характеристики для определения направления конвейера. Точность определяется посредством помещения детали линии параллельно направлению конвейера с большим расстоянием между двумя точками, которые определяют деталь линии. 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.

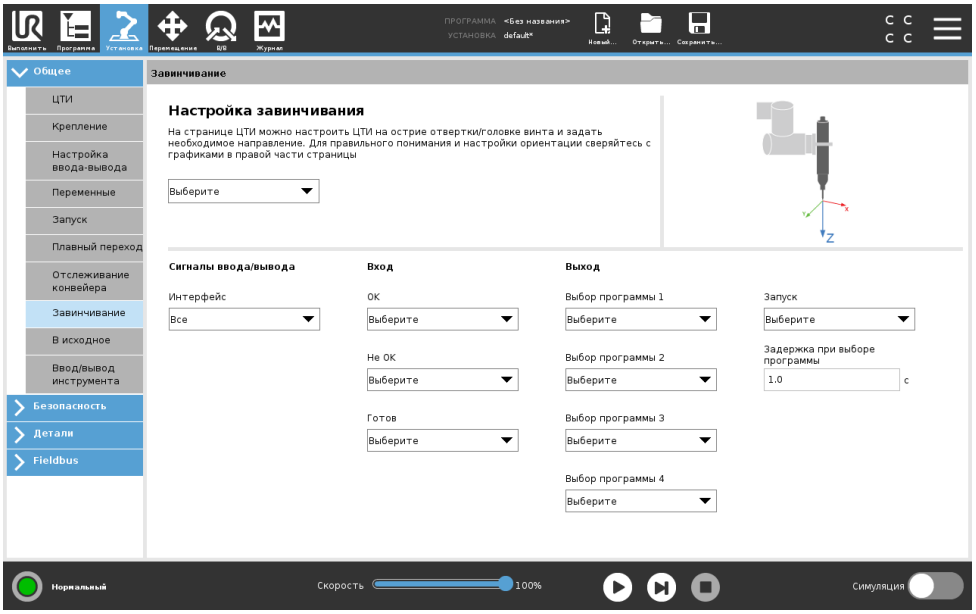
Кольцевые конвейеры Для отслеживания кольцевых конвейеров необходимо определить центральную точку конвейера.

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, чтобы ориентация инструмента повторяла поворот конвейера.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

16.1.11 Настройка завинчивания

Настройка завинчивания предоставляет параметры для настройки робота для работы с промышленным шуруповертом или гайковертом. Вы можете настроить положение шуруповерта относительно фланца для подсоединения инструмента и электрического интерфейса робота.



Настройка шуруповерта

1. В верхнем колонтитуле нажмите Установка.
2. В разделе ВкОбщееВнь выберите Завинчивание, или создайте собственную ЦТИ для завинчивания, нажав ЦТИ в том же разделе ВкОбщееВнь.
3. В параметрах Вход и Выход настройте входы и выходы для шуруповерта. Вы можете использовать список Интерфейс, чтобы отфильтровать тип входов и выходов, показанных в параметрах ВкВходВнь и ВкВыходВнь.
4. В разделе Запуск выберите вход/выход, который будет приводить шуруповерт в действие.

Примечание: В любом списке выбора программы для выхода в параметре ВкВыходВнь можно выбрать целочисленный выход, чтобы в поле выбора программы (см. 15.6.8) можно было ввести число.

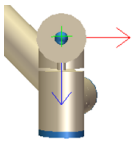
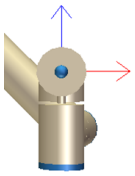
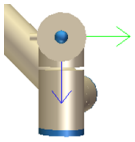
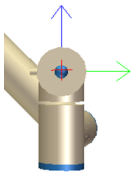
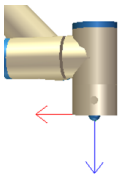
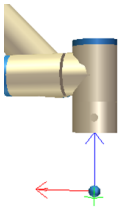
Настройка положения шуруповерта

1. В раскрывающемся меню раздела Настройка завинчивания можно выбрать ранее настроенную ЦТИ (см. 16.1.1), где ВкПоложениеВнь и ВкОриентацииВнь заданы следующим образом:
   - Настройте ВкПоложениеВнь в качестве точки наконечника шуруповерта, контактирующей с винтом.
   - Настройте ВкОриентациюВнь так, чтобы направление положительной оси Z было выравнено относительно длины закручиваемых винтов.

   Координаты по осям X, Y и Z выбранной ЦТИ можно визуализировать, чтобы убедиться, что они соответствуют наконечнику или головке инструмента.
   Узел программы завинчивания (см. 15.6.8) использует направление положительной оси Z выбранной ЦТИ, чтобы следовать за винтом и рассчитывать расстояния.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Типовые значения ориентации (указанные в ВкВектор вращенияВњ [рад]) показаны в таблице ниже.

Оси завинчивания параллельно направлению отрицательной оси Y фланца робота для подсоединения инструмента		Ориентация • RX: 1,5708 рад • RY: 0,0000 рад • RZ: 0,0000 рад
Оси завинчивания параллельно направлению положительной оси Y фланца робота для подсоединения инструмента		Ориентация • RX: -1,5708 рад • RY: 0,0000 рад • RZ: 0,0000 рад
Оси завинчивания параллельно направлению положительной оси X фланца робота для подсоединения инструмента		Ориентация • RX: 0,0000 рад • RY: 1,5708 рад • RZ: 0,0000 рад
Оси завинчивания параллельно направлению отрицательной оси X фланца робота для подсоединения инструмента		Ориентация • RX: 0,0000 рад • RY: -1,5708 рад • RZ: 0,0000 рад
Оси завинчивания параллельно направлению положительной оси Z фланца робота для подсоединения инструмента		Ориентация • RX: 0,0000 рад • RY: 0,0000 рад • RZ: 0,0000 рад
Оси завинчивания параллельно направлению отрицательной оси Z фланца робота для подсоединения инструмента		Ориентация • RX: 3,1416 рад • RY: 0,0000 рад • RZ: 0,0000 рад

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

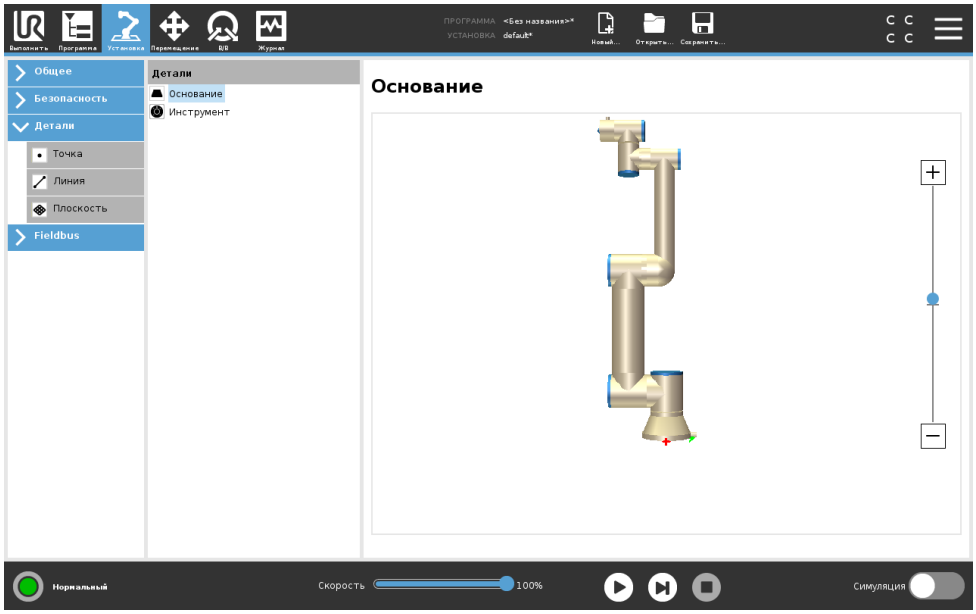
Настройка интерфейса шуруповерта

1. Используйте раскрывающееся меню Интерфейс в верхней части экрана, чтобы изменить отображаемое содержание в зависимости от типа сигнала.
2. В параметре Вход настройте сигналы, которые робот получает от шуруповерта:
   - OK: Высокий сигнал при успешном окончании завинчивания; если не выбрано, то это условие не доступно в узле программы завинчивания
   - NOK: Высокий сигнал при окончании завинчивания с ошибками; если не выбрано, то это условие не доступно в узле программы завинчивания
   - Готово: Высокий сигнал, когда шуруповерт готов к запуску; если не выбрано, то это условие не проверяется
3. В параметре Выход настройте сигналы, которые робот отправляет шуруповерту:
   - Запуск: запуск процесса завинчивания или отвинчивания винта в зависимости от проводки.
   - Выбор программы: одно целое число или до четырех двоичных сигналов, можно выбрать для активации различной конфигурации завинчивания, хранящейся в памяти шуруповерта
   - Задержка выбора программы: время ожидания после смены программы шуруповерта, чтобы убедиться, что она активна

16.2 Безопасность

См. раздел 13.

16.3 Детали



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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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. 16.1)
- Деталь инструмента определяется с помощью начальной точки в центре текущей ЦТИ (см. рис. 16.2)

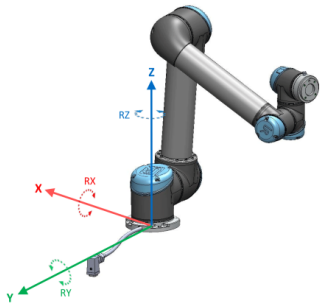


Figure 16.1: Деталь Основание

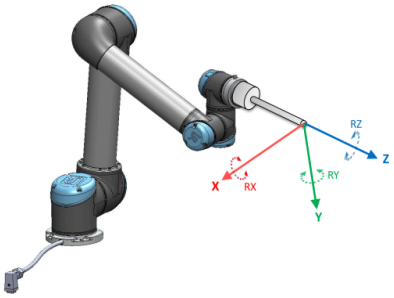


Figure 16.2: Деталь Инструмент (ЦТИ)

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 положении 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: 16.3.2), (16.3.3) и (16.3.4).

16.3.1 Использование функции

Если в установке определена деталь, к ней можно обратиться из программы робота для связывания движений робота (например, команды MoveJ, MoveL и MoveP) с деталью (см. раздел 15.5.1). Это позволяет осуществить быструю адаптацию программы робота

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

(например, при наличии нескольких роботизированных станций, при перемещении объекта во время выполнения программы или при постоянном перемещении объекта в пространстве). Благодаря настройки детали для объекта все перемещения в программе, связанные с объектом, соответственно изменяются. Чтобы найти другие примеры, см. (разделы 16.3.5) и (16.3.6). Если деталь выбрана в качестве исходной, кнопки ВкПеремещение инструментаВнь для перемещения и вращения будут работать в выбранном пространстве детали (см. 17.3) и (17.1), считывая координаты ЦТИ. Например, если стол определен в качестве детали и выбран в качестве исходного во вкладке ВкПереместитьВнь, то стрелки перемещения (вверх/вниз, левый/правый, вперед/назад) переместят робота в данном направлении относительно стола. Кроме того, координаты ЦТИ будут в рамках стола.

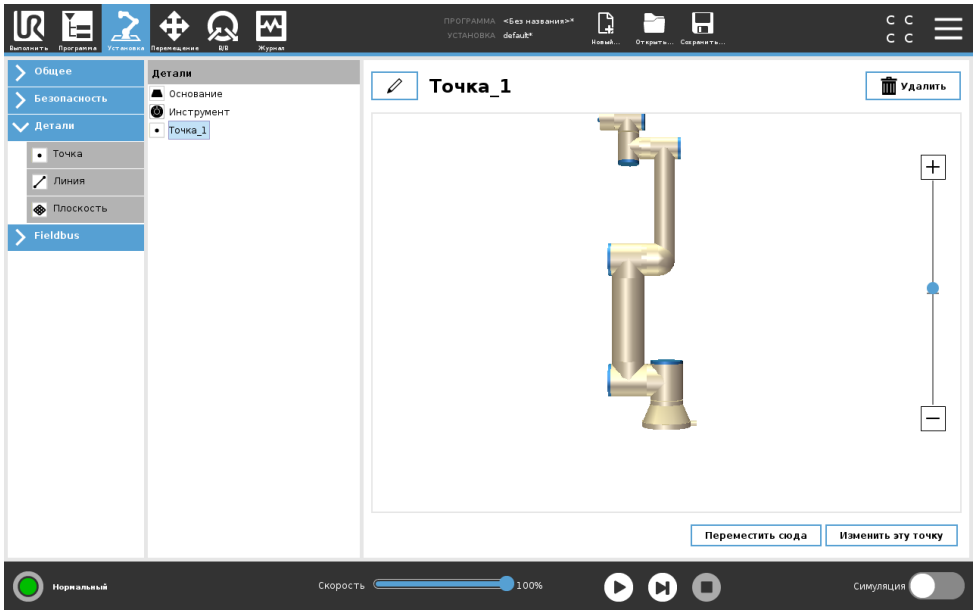
- В дереве деталей вы можете переименовать точку, линию или плоскость, нажав на кнопку с карандашом.
- В дереве деталей вы можете удалить точку, линию или плоскость, нажав на кнопку ВкУдалитьВнь.

Использование кнопки ВкПереместить робота сюдаВнь

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

16.3.2 Добавить точку

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.



16.3.3 Добавление линии

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 16.3.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

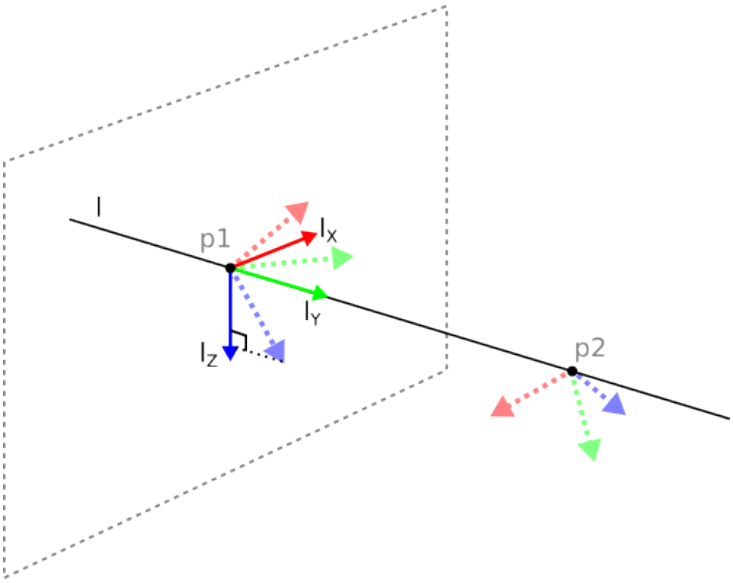
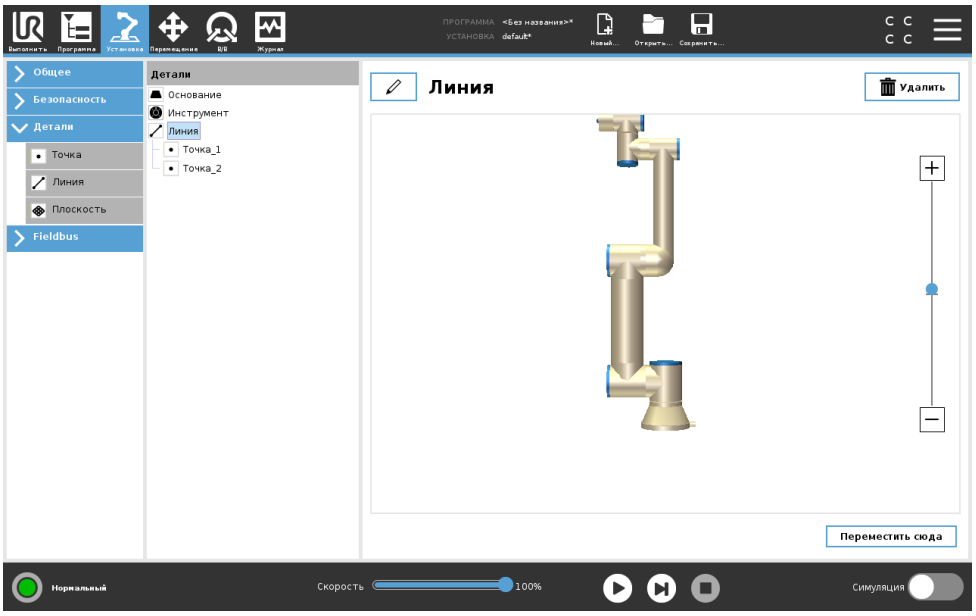


Figure 16.3: Определение линии детали

На рисунке 16.3 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.



16.3.4 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.

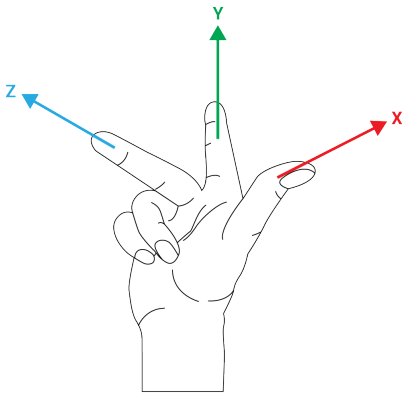
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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.

16.3.5 Пример: Ручное обновление детали для настройки программы

Рассмотрите случай, где несколько частей программы робота связаны со столом. На рисунке 16.4 показано перемещение из контрольной точки wp1 в точку wp4.

Программа робота
- MoveJ
  - S1
- MoveL # Деталь: P1_var
  - wp1
  - wp2
  - wp3
  - wp4

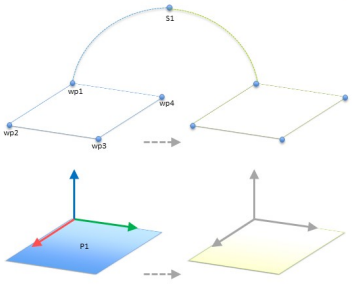


Figure 16.4: Простая программа с четырьмя контрольными точками по отношению к плоскости функции обновляется вручную посредством изменения функции

Для применения требуется повторное использование программы при нескольких установок робота, если положение стола имеет незначительные отличия. Перемещение относительно

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

стола является идентичным. Определив положение стола в качестве детали P1 в установке, программа с помощью команды MoveL, настроенная относительно плоскости, может быть 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.

16.3.6 Пример: Динамическое обновление положении детали

К примеру, схожий случай с перемещением робота по определенной траектории в верхней части стола для выполнения определенной задачи (см. 16.5).

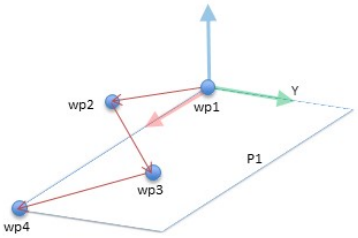


Figure 16.5: Команда MoveL с четырьмя контрольными точками относительно плоскости детали

```
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
```

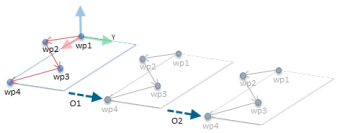


Figure 16.6: Применение смещения к плоскости детали

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

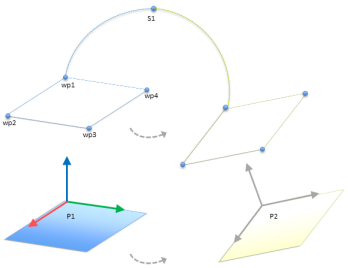


Figure 16.7: Переключение с одной плоскости детали на другую

Движение относительно детали P1 повторяется несколько раз, каждый раз со смещением o. В данном примере заданное смещение составляет 10 см в направлении Y (см. рисунок

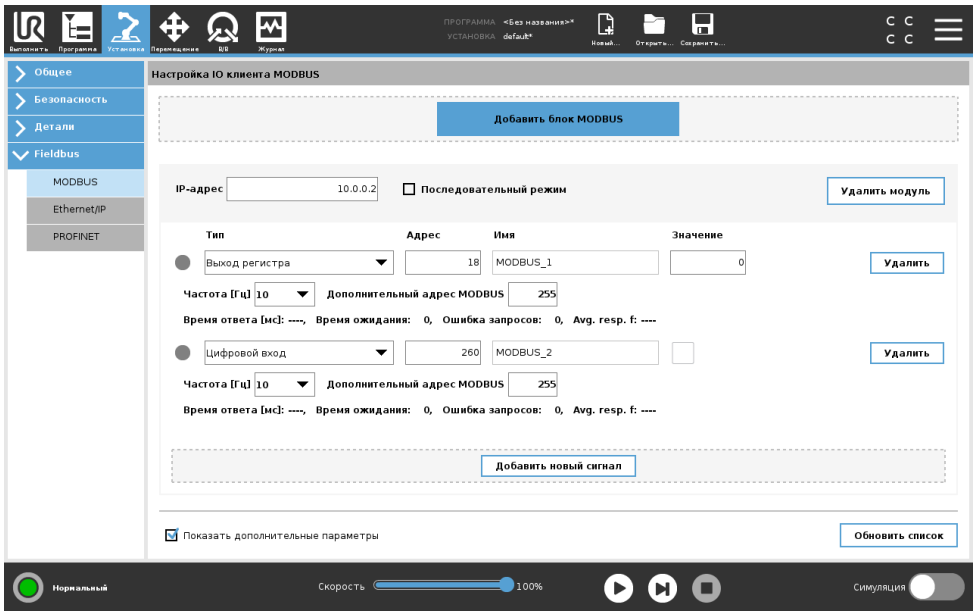
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

16.6, 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 16.7), где исходная деталь для команды MoveL P1_var может переключаться между двумя плоскостями P1 и P2.

16.4 Fieldbus

Здесь можно задать ряд сетевых протоколов промышленного компьютера, используемых для распределенного управления в режиме реального времени, которые принимает PolyScope: MODBUS, Ethernet/IP и PROFINET.

16.4.1 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Последовательный режим

Доступно, только если выбрано Показать дополнительные параметры (см. 16.4.1). Выбор этого флажка вынуждает клиента MODBUS дождаться 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 16.4.1). 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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.

16.4.2 Ethernet/IP

EtherNet/IP позволяет включить или выключить соединение робота с протоколом EtherNet/IP. Если выбрано ВкВключитьВнь, можно выбрать действие, которое должна осуществлять программа при потере соединения со сканером EtherNet/IP. Варианты действий:

Нет: PolyScope игнорирует потерю соединения EtherNet/IP и продолжает отработку программы в стандартном режиме.

Пауза: PolyScope ставит текущую программу на паузу. Программа возобновит отработку с того места, где была остановлена.

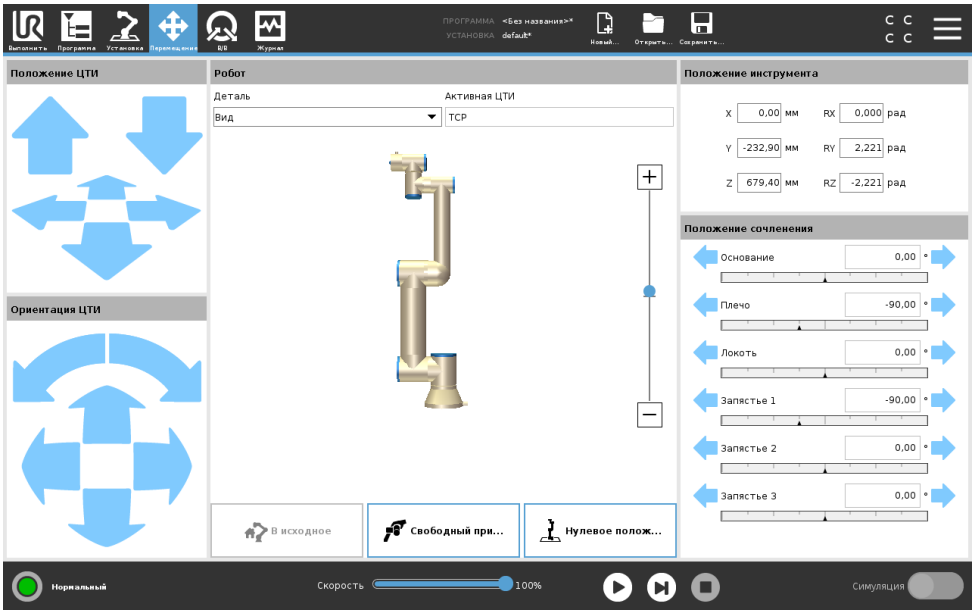
Остановка: PolyScope останавливает текущую программу.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

17 Вкладка ВкПереместитьВнь

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



17.1 Перемещение инструмента

Нажмите и удерживайте любую стрелку Перемещение инструмента для движения манипулятора робота в определенном направлении.

- Стрелки перемещения (верхние) перемещают наконечник инструмента в указанном направлении.
- Стрелки поворота (нижние) изменяют 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.

17.2 Робот

Если текущее положение ЦТИ робота близко к пределам плоскости безопасности или плоскости срабатывания, или ориентация инструмента робота близка к пределу границы ориентации инструмента (см. 13.2.5)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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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. 13.2.2). 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.

Объект

В верхнем левом углу поля Робот, под полем Объект, можно задать способ управления манипулятором робота относительно функций Вид, Основание или Инструмент.
Примечание: Чтобы удобнее управлять манипулятором робота, можно выбрать функцию Вид, затем использовать Стрелки поворота для изменения угла просмотра трехмерной модели так, чтобы он совпадал с видом реального манипулятора робота.

Активная ЦТИ

В поле Робот, под полем Активная ЦТИ, отображается имя активной на данный момент центральной точки инструмента (ЦТИ).

Главная

Нажмите на кнопку Главная для доступа к окну Переместить робота в положение; здесь, удерживая нажатой кнопку Авто (см. 14.4), можно переместить робота в положение, предварительно заданное во вкладке Установка (см. 16.1.9).

Свободный привод

Нажмите экранную кнопку Свободный привод, чтобы самостоятельно переместить манипулятор робота в нужное положение/расположение.

Нулевое положение

Нажмите на кнопку Нулевое положение, чтобы вернуть манипулятор робота в вертикальное положение.

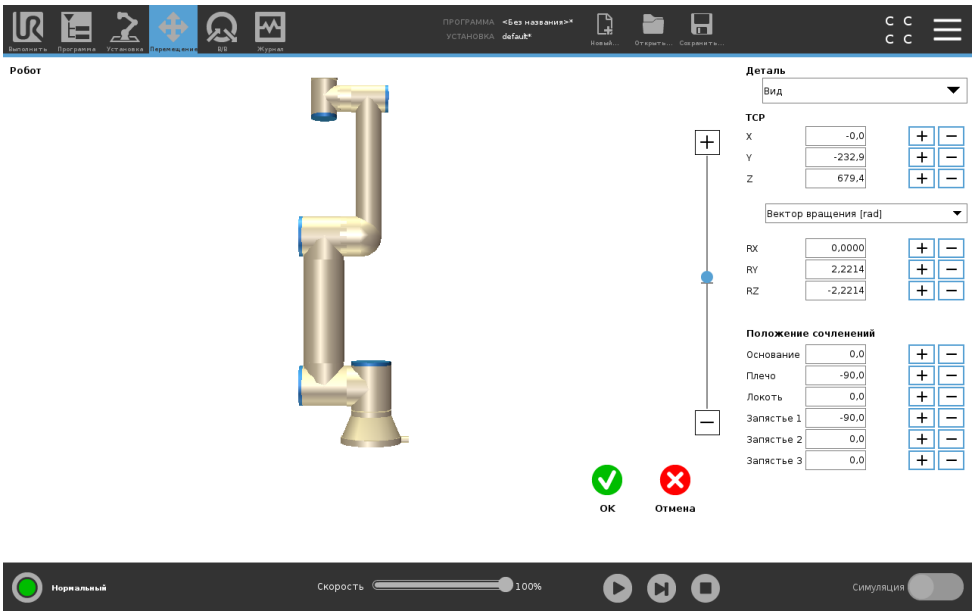
17.3 Положение инструмента

Текстовые поля показывают полные значения координат этой ЦТИ по отношению к выбранному объекту.
Примечание: Вы можете сконфигурировать несколько ЦТИ с именами (см. 16.1.1). Также можно нажать Редактировать расположение, чтобы открыть окно Изменение положения.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

17.3.1 Меню изменения положения

После того, как вы откроете меню Изменения положения, вы сможете точно настроить целевые положения сочленений ЦТИ, или целевые положения (позиции и ориентации). Примечание: С помощью данного офлайн - меню не осуществляется непосредственное управление манипулятором робота.



Робот

Трехмерное изображение отображает текущее положение манипулятора робота. Затененная траектория показывает целевое положение манипулятора робота, которым управляют заданные значения на экране. 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. 13.2.5), 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. 13.2.2). Предел границы ориентации инструмента обозначается шаровым сектором с вектором, обозначающим текущую ориентацию инструмента робота. Внутренняя часть сектора является разрешенной областью ориентации инструмента (вектора). Если целевая 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

Показаны активная ЦТИ и значения координат выбранной детали. Координаты X, Y, Z задают положение инструмента. Координаты RX, RY, RZ задают ориентацию. Для

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

получения дополнительной информации о настройке нескольких указанных ЦТИ (см. 16.1.1).

Меню, расположенное над полями RX, RY и RZ, предназначено для выбора способа отображения ориентации:

- 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.

Нажмите на значения, чтобы изменить координаты. Нажмите кнопку + или - справа от поля, чтобы увеличить или уменьшить текущее значение. Или нажмите и удерживайте кнопки, чтобы непосредственно увеличить или уменьшить значение.

Положение сочленений

Отдельные положения сочленений задаются напрямую. Каждое положение сочленений может иметь пределы для сочленения в диапазоне от $-360°$ до $+360°$. Положения сочленений можно настроить следующим способом:

- Нажмите на положение сочленений, чтобы изменить значения.
- Нажмите кнопку + или - справа от поля, чтобы увеличивать или уменьшать текущее значение.
- Удерживайте кнопку, чтобы непосредственно увеличивать или уменьшать значение.

Кнопка OK

Если вы активизируете этот экран с экрана Переместить (см. 17), нажмите кнопку OK, чтобы вернуться на экран Переместить. Манипулятор робота перемещается к заданной цели. Если последнее заданное значение является координатами инструмента, манипулятор робота переместится в целевое положение, используя тип движения MoveL; или используя тип движения MoveJ, если положение сочленений является последним заданным значением (см. 15.5.1).

Кнопка ВкОтменаВнь

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

17.4 Положение сочленения

Поле Положение сочленения позволяет напрямую управлять отдельными сочленениями. Каждое сочленение движется в определенном диапазоне пределов от $-360°$ до $+360°$, обозначенном горизонтальной шкалой. Как только предел достигнут, дальнейшее движение сочленения невозможно.

Примечание: Для сочленений можно сконфигурировать диапазон положений, отличный от

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

диапазона по умолчанию (см. 13.2.4). Этот новый диапазон обозначает красной зоной внутри горизонтальной шкалы.

ВНИМАНИЕ:

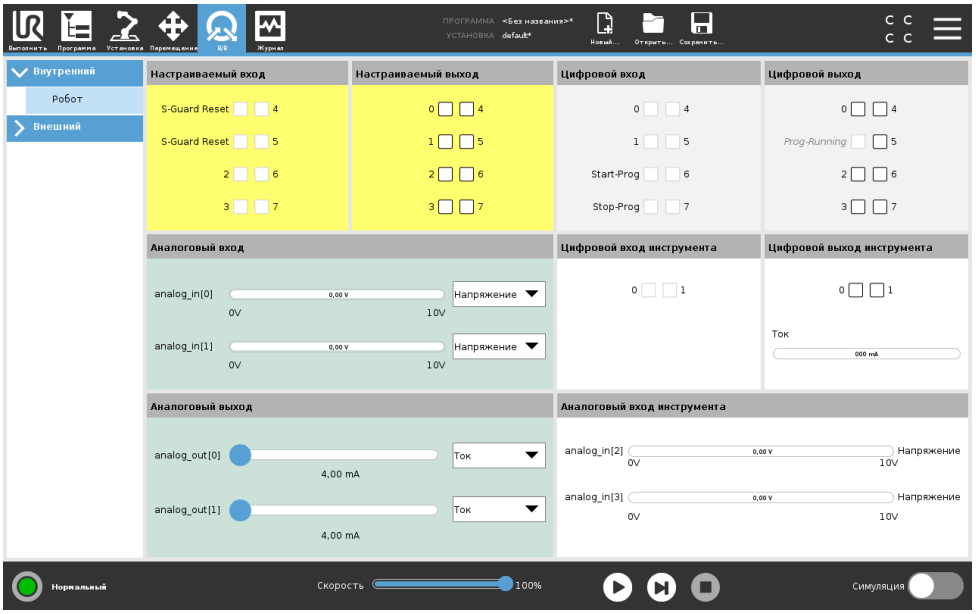
1. Если во вкладке Настройки заданы неправильные настройки центра тяжести (см. 16.1.3) или манипулятор робота удерживает тяжелый груз, манипулятор может начать движение (падение) после нажатия вкладки Свободный привод. В этом случае просто снова отпустите вкладку Свободный привод.
2. Используйте правильные параметры установки (например, угол монтажа робота, полезная нагрузка и смещение центра тяжести полезной нагрузки). Выполняйте загрузку установочных файлов вместе с программой.
3. Параметры полезной нагрузки и установки робота должны быть правильно заданы перед использованием кнопки Свободный привод. Если данные параметры установлены некорректно, робот придет в движение при нажатии Свободный привод.
4. Функция Свободный привод 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

18 Вкладка ВкВвод-выводВь

18.1 Робот



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 сохранятся 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. 13.2.10); имя зарезервированных вводов-выводов будет совпадать с именем по умолчанию используемой функции безопасности или имя может быть задано пользователем. Настраиваемые выводы, зарезервированные для функций безопасности, не являются переключаемы и будут отображаться только в качестве индикаторов.

Электрические характеристики сигналов описаны в разделе 5.4.

Напряжение В ВкВыходе инструментаВь Напряжение можно настроить, только когда выход инструмента управляется пользователем. При управлении URCap параметр ВкНапряжениеВь не доступен.

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. При управлении

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

URCap в разделе ВкВыход инструментаВнь настройки домена для аналоговых входов инструмента недоступны.

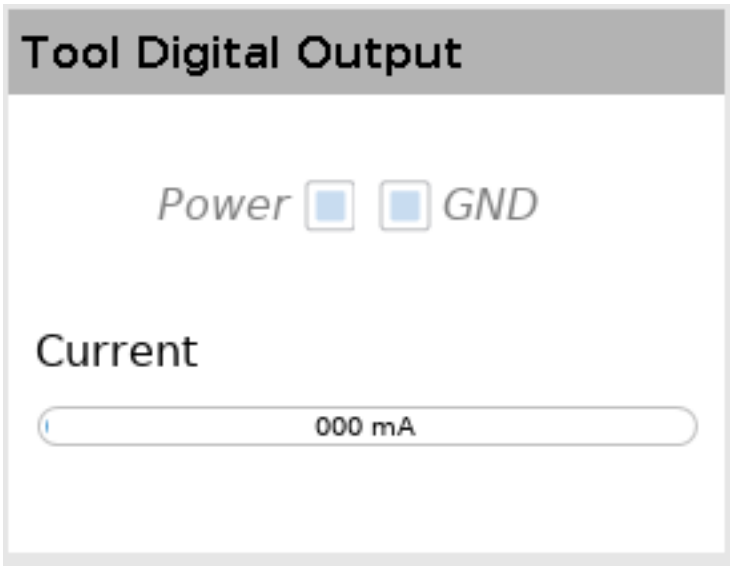
Интерфейс связи инструмента При включенном Интерфейсе связи инструмента TCI аналоговый ввод инструмента становится недоступен. На экране ввода-вывода поле Ввод инструмента изменяется как показано ниже.

Tool Analog Input	
Baud Rate	115200
Parity	None
Stop Bits	One
RX Idle Chars	1.50
TX Idle Chars	3.50

ПРИМЕЧАНИЕ:
В режиме электропитания на два контакта цифровые выходы инструмента должны иметь следующие имена:

- tool_out[0] (Питание)
- tool_out[1] (ЗАЗЕМ)

Ниже показано поле Выход инструмента.

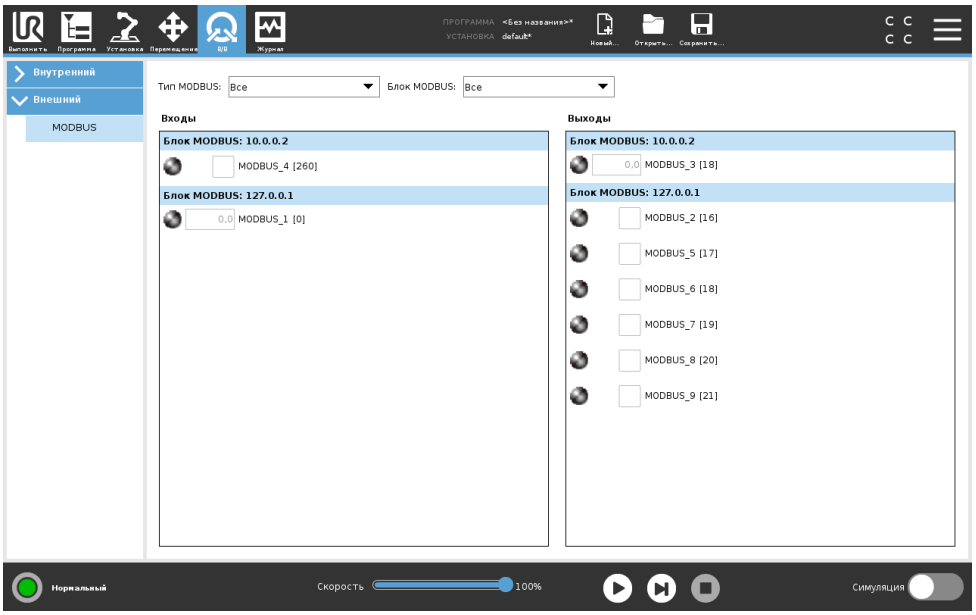


18.2 MODBUS

На снимке экрана ниже показаны заданные во время установки сигналы ввода/вывода клиента MODBUS. При помощи раскрывающихся меню в верхней части экрана вы можете изменить отображение содержимого согласно типу сигнала и блока MODBUS, если настроено несколько блоков. Каждый сигнал из данных меню содержит состояние соединения, значение,

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

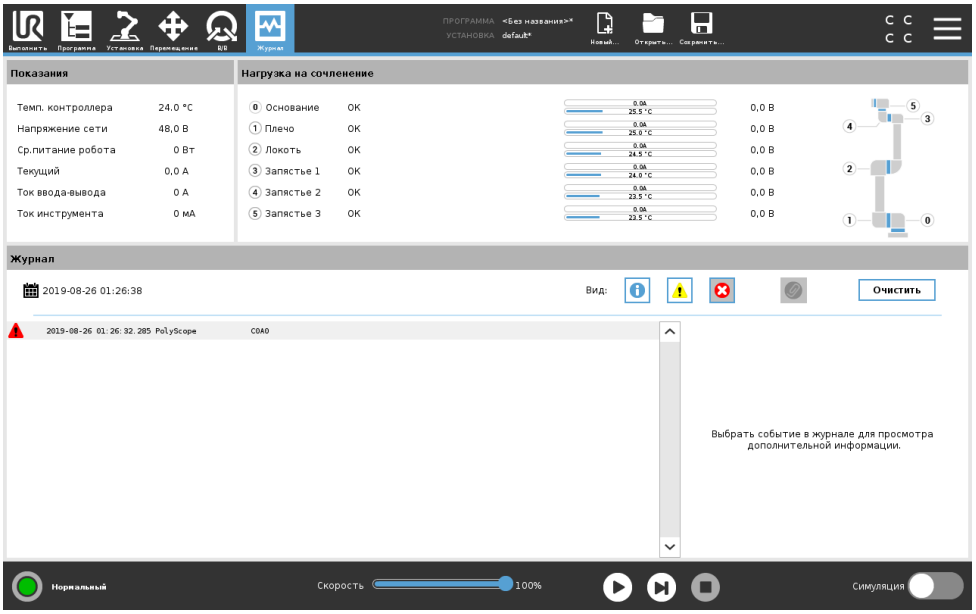
имя и адрес сигнала. Выходные сигналы можно изменять, если это разрешено состоянием соединения и настройкой на вкладке ВкВвод-выводВнь (см. 16.1.4).



Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

19 Вкладка ВкЖурналВнь



19.1 Показания и нагрузка на сочленение

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 нагрузки на сочленение и напряжение.

19.2 Журнал

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 с помощью нажатия кнопок значений серьезности сообщений. На рисунке выше приведен пример отображения ошибок и скрытия информационных сообщений и предупреждений. В некоторых сообщениях журнала может содержаться дополнительная информация, которую можно вывести с правой стороны, выбрав соответствующую запись журнала.

19.3 Сохранение отчетов об ошибках

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

- Выберите строчку журнала и нажмите кнопку ВкСохранить отчетВнь, чтобы сохранить отчет на USB-накопитель.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

- Отчет может быть сохранен при запущенной программе.

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

Возможно отслеживать и экспортировать ошибки из следующего списка:

- Неисправность
- Внутренние исключение PolyScope
- Защитный останов
- Необработанное исключение в URCap
- Запрет

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

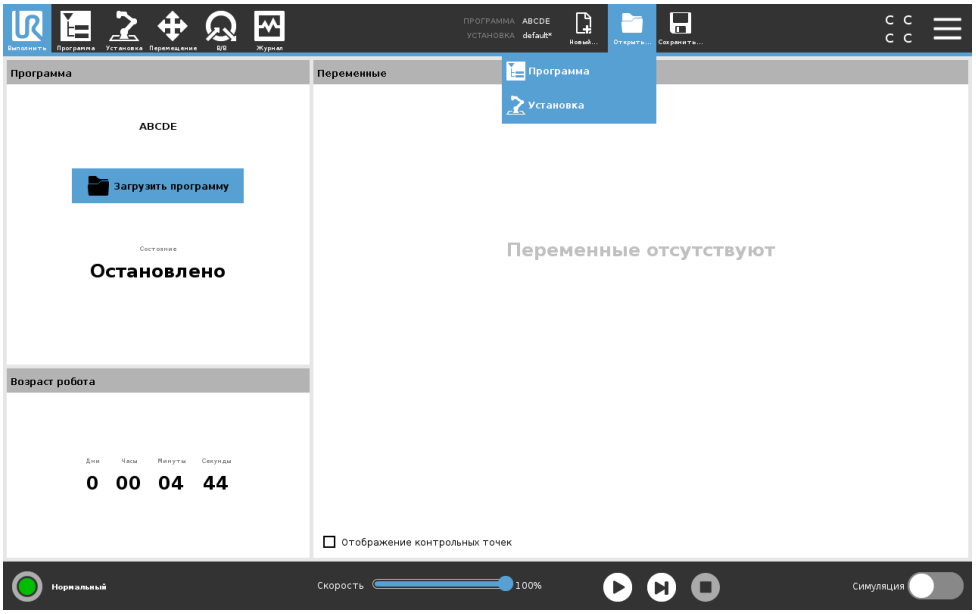
Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

20 Менеджер программ и установок

Менеджер программ и установок — это три значка, позволяющие создавать, загружать и конфигурировать программы и установки: Создать..., Открыть... и Сохранить.... В пути файла отображается имя текущей загруженной программы и тип установки. Путь файла изменяется при создании или загрузке новой программы или установки. Для робота может быть доступно несколько установочных файлов. Созданные программы загружают и используют активную установку автоматически.

20.1 Открыть...

Позволяет загрузить программу и/или установку.



Открывание программы

1. В ВкМенеджере программ и установокВнь нажмите Открыть... и выберите ВкПрограммаВнь.
2. В окне ВкЗагрузить программуВнь выберите существующую программу и нажмите ВкОткрытьВнь.
3. Убедитесь, что в пути файла отображается имя нужной программы.

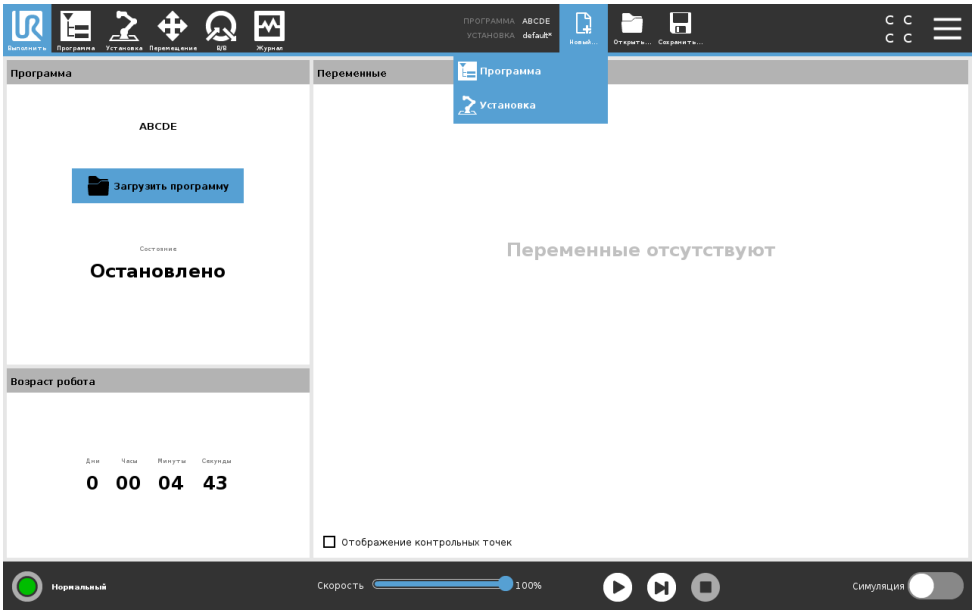
Открывание установки.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

1. В ВкМенеджере программ и установокВнь нажмите Открыть... и выберите установку.
2. В окне ВкЗагрузить установку роботаВнь выберите существующую установку и нажмите ВкОткрытьВнь.
3. В поле ВкКонфигурация безопасностиВнь выберите ВкПрименитьВнь и выполните перезапуск робота.
4. Выберите ВкНазначить установкуВнь, чтобы назначить установку для текущей программы.
5. Убедитесь, что в пути файла отображается имя нужной установки.

20.2 Новый...

Позволяет загрузить создать новую программу и/или установку.



Создание новой программы

1. В ВкМенеджере программ и установокВнь нажмите ВкСоздатьВнь и выберите ВкПрограммаВнь.
2. В окне ВкПрограммаВнь сконфигурируйте новую программу должным образом.
3. В ВкМенеджере программ и установокВнь нажмите Сохранить... и выберите ВкСохранить всеВнь или ВкСохранить программу как...Внь.
4. В окне ВкСохранить программу какВнь присвойте программе имя и нажмите ВкСохранитьВнь.
5. Убедитесь, что в пути файла отображается имя новой программы.

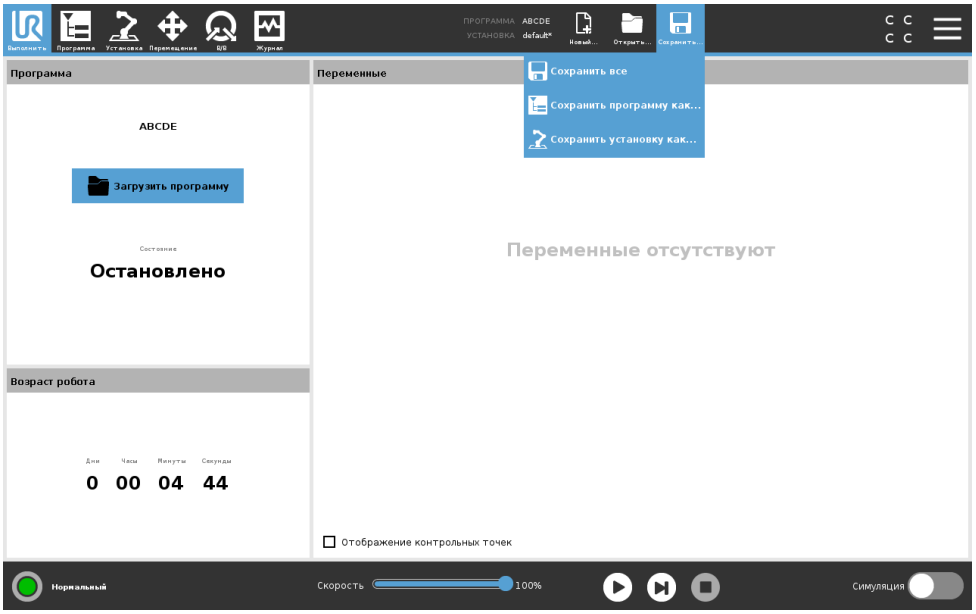
Создание новой установки
Примечание: Необходимо сохранить установку для использования после выключения питания робота.

1. В ВкМенеджере программ и установокВнь нажмите Создать... и выберите установку.
2. Нажмите ВкПодтвердить конфигурацию безопасностиВнь.
3. В окне ВкУстановкаВнь сконфигурируйте новую установку должным образом.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

4. В ВкМенеджере программ и установокВнь нажмите Сохранить... и выберите ВкСохранить установку как...Внь
5. В окне ВкСохранить установку роботаВнь присвойте файлу имя и нажмите ВкСохранитьВнь.
6. Выберите ВкНазначить установкуВнь, чтобы назначить установку для текущей программы.
7. Убедитесь, что в пути файла отображается имя новой установки.

20.3 Сохранить...



Функция Сохранить предлагает три варианта. В зависимости от программы/установки, которую вы загружаете или создаете, вы можете выбрать:

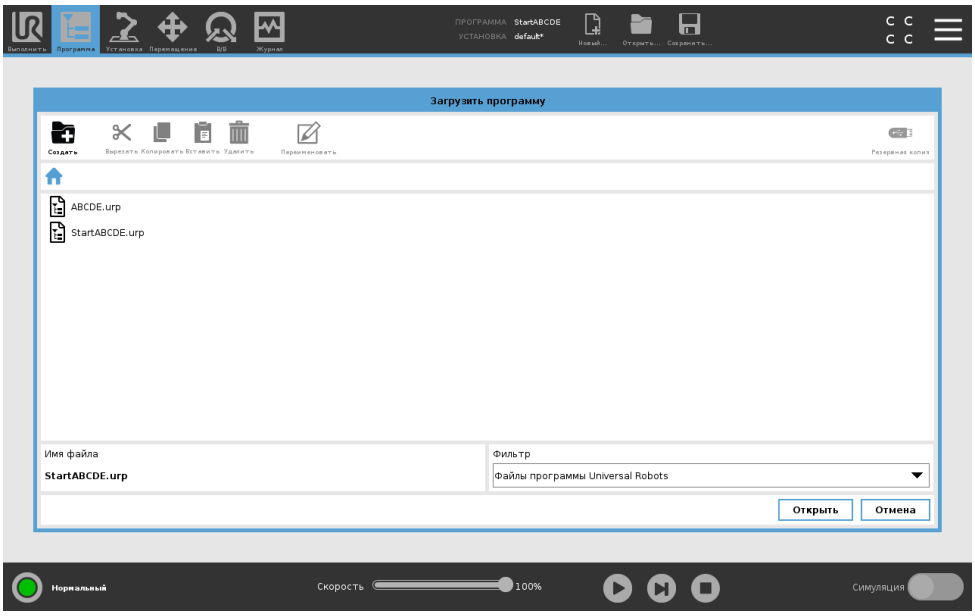
Сохранить все, чтобы немедленно сохранить текущую программу и установку без запроса со стороны системы о выборе другого расположения или другого имени. Примечание: Если в программу или в установку не внесено изменений, кнопка ВкСохранить все...Внь отображается не активной.

Сохранить программу как... для изменения имени и расположения новой программы. Примечание: текущая установка также сохраняется под текущим именем и с текущим расположением.

Сохранить установку как... для изменения имени и расположения новой установки. Примечание: текущая программа сохраняется под текущим именем и с текущим расположением.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

20.4 Диспетчер файлов



На этом рисунке показан экран загрузки, который состоит из следующих кнопок:

Навигационная цепочка В навигационной цепочке показан список каталогов вплоть до текущего местоположения. Выбрав имя каталога в навигационной цепочке, местоположение меняется на этот каталог и отображается в области выбора файла.

Область выбора файла Чтобы открыть файл, нажмите на его имя. Для выбора каталогов нажмите и удерживайте их имя пол секунды.

Фильтр файлов Возможна установка типов отображаемых файлов. При выборе файлов рез. копии в данной области отображается 10 последних сохраненных версий программы, где Вк.old0Вњ — самый новый, а Вк.old9Вњ — самый старый.

Имя файла Здесь отображается выбранный файл. При сохранении файла используйте текстовое поле для ввода имени файла.

Кнопки ВкДействиеВњ Строка меню состоит из ряда кнопок, используемых для управления файлами.
Действие ВкРезервное копированиеВњ справа от строки меню используется для резервного копирования выбранных файлов и каталогов на USB-накопитель. Действие ВкРезервное копированиеВњ включено только в том случае, если к USB-порту подключен внешний накопитель.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

21 Меню ВкГамбургерВнь

21.1 Справка

Здесь можно найти определения для всех элементов, определяющих возможности PolyScope.

1. В правом углу Верхнего колонтитула нажмите на меню Гамбургер и выберите Справка.
2. Нажмите на один из красных вопросительных знаков, чтобы получить определение нужного элемента.
3. В правом верхнем углу окна с определением элемента нажмите на красный символ X, чтобы закрыть справку.

21.2 О программе

Можно вывести на экран версию и юридическую информацию.

1. Нажмите на меню Гамбургер и выберите О Программе.
2. Нажмите на Версия или Юридическая информация для отображения данных.
3. Нажмите ВкЗакрытьВнь, чтобы вернуться к исходному экрану.

21.3 Настройки

Персонализация настроек PolyScope

1. В верхнем колонтитуле нажмите меню Гамбургер и выберите Настройки.
2. В боковом меню слева выберите элемент для персонализации. Примечание: Если задан пароль рабочего режима, область Система в боковом меню доступна только программисту.
3. Нажмите Применить и перезапустить справа внизу, чтобы перенять изменения.
4. Нажать внизу слева Выход, чтобы закрыть окно ВкНастройкиВнь без изменений.

21.3.1 Параметры

Язык

Вы можете изменить язык и единицы измерения (метрические или имперские) для PolyScope.

Время

Вы можете изменить текущие значения даты и времени, отображаемые на экране PolyScope.

1. В верхнем колонтитуле нажмите значок меню и выберите Настройки.
2. В ВкПараметрахВнь выберите Время.
3. Проверьте и измените Время и/или Дату при необходимости.
4. Нажмите Применить и перезапустить, чтобы изменения вступили в силу.

Дата и время отображаются на вкладке ВкЖурналВнь (см. 19.3) в разделе Журнал.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Скрыть ползунок скорости

Расположенный в нижней части экрана вкладки ВкВыполнитьВнь ползунок скорости позволяет оператору изменять скорость выполняемых программ.

1. В верхнем колонтитуле нажмите значок меню и выберите Настройки.
2. В разделе ВкПараметрыВнь нажмите Окно ВкВыполнитьВнь.
3. Выберите флажок для отображения или скрытия ползунка скорости.

21.3.2 Пароль

Режим

Пароль рабочего режима предотвращает внесение несанкционированных изменений в настройки робота, так как с его помощью создаются две различные пользовательские роли в PolyScope: Автоматический и Ручной. Если задается пароль рабочего режима, то программы и установки можно создавать и загружать только в рабочем режиме. Каждый раз при входе в ручной режим PolyScope запрашивает пароль, который был предварительно задан для этого окна.

Безопасность

Пароль безопасности предотвращает внесение несанкционированных изменений в настройки безопасности.

21.4 Система

21.4.1 Резервное копирование и восстановление

Сохраните полную копию системы на внешний USB-носитель, чтобы затем использовать ее для восстановления системы в предыдущем состоянии. Данная функция будет полезна при повреждении диска или случайном удалении.

ПРИМЕЧАНИЕ:
Для создания резервной копии и восстановления используйте один из USB-разъемов внутри блока управления. USB-порт блока управления более стабилен, поэтому создание резервной копии займет меньше времени.

Резервное копирование системы

1. В верхнем колонтитуле нажмите значок меню и выберите Настройки.
2. В разделе ВкСистемаВнь нажмите Восстановление с резервной копии.
3. Выберите место для сохранения резервной копии и нажмите Создать резервную копию.
4. Нажмите OK, чтобы полностью перезапустить систему.

Восстановление системы

1. В верхнем колонтитуле нажмите значок меню и выберите Настройки.
2. В разделе ВкСистемаВнь нажмите Восстановление с резервной копии.
3. Выберите файл резервной копии и нажмите Восстановить.
4. Нажмите OK, чтобы подтвердить.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

21.4.2 Обновление

Устанавливайте обновления с USB-носителя, чтобы обеспечить робота новейшей версией программного обеспечения.

Обновление программного обеспечения

1. В верхнем колонтитуле нажмите значок меню и выберите Настройки.
2. В ВкСистемаВнь нажмите Обновить.
3. Вставьте USB и нажмите Поиск, чтобы просмотреть список допустимых файлов для обновления.
4. В списке допустимых файлов для обновления выберите нужную версию и нажмите Обновить, чтобы установить.

ВНИМАНИЕ:
Всегда выполняйте проверку программ(-ы) после обновления ПО. Обновление может привести к изменению траекторий в программах.

21.4.3 Сеть

Вы можете сконфигурировать подключение робота к сети, выбрав один из трех доступных сетевых методов:

- DHCP
- Статический адрес
- Сеть отключена (если вы не хотите подключать робота к сети)

В зависимости от выбранного сетевого метода сконфигурируйте настройки сети:

- IP-адрес
- Маска подсети
- Шлюз по умолчанию
- Основной DNS-сервер
- Альтернативный DNS-сервер

Примечание: Нажмите Применить, чтобы применить изменения.

21.4.4 Управление файлами URCap

Вы можете администрировать существующие URCaps или установить новые на робота.

1. В верхнем колонтитуле нажмите на значок меню и выберите Настройки.
2. В разделе ВкСистемаВнь выберите URCaps.
3. Нажмите кнопку +, выберите файл .urcap и нажмите Открыть Примечание: Откройте дополнительную информацию о новых URCaps, выбрав их в поле Активные URCaps. Дополнительная информация отображается ниже в поле Информация URCaps.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

4. Если вы хотите продолжить установку этого URCap, нажмите Перезапуск. По окончании этого этапа URCap установлен и готов к использованию.
5. Чтобы удалить установленный URCap, выберите его из списка Активные URCaps и нажмите кнопку -, а затем нажмите Перезапуск, чтобы изменения вступили в силу.

21.4.5 Дистанционное управление

Робот может быть в режиме ВкМестное управлениеВнь (с управлением с подвесного пульта обучения) или ВкДистанционное управлениеВнь (с внешним управлением).

Местное управление не допускает	Дистанционное управление не допускает
Включать и отпускать тормоз робота через сеть	Перемещение робота с вкладки Переместить
Получать и выполнять программы робота и пересылать установку роботу по сети	Начинать с подвесного пульта обучения
Автоматически запускать программы при загрузке с управлением с цифровых вводов	Загружать программы и установки с подвесного пульта обучения
Автоматически отпускать тормоз при загрузке с управлением с цифровых вводов	Свободный привод
Запуск программ с управлением с цифровых вводов	

Управление роботом через сеть или цифровой ввод по умолчанию ограничено. При активизации и выборе функции дистанционного управления данное ограничение устраняется. Активизируйте дистанционное управление посредством профиля ВкМестное управлениеВнь (управление PolyScope) робота, чтобы управление всеми текущими программами и выполняемыми скриптами могло осуществляться дистанционно.
Примечание: Для доступа к дистанционному и местному режимам в профиле активизируйте функцию ВкДистанционное управлениеВнь в настройках.

Включение дистанционного управления

1. В верхнем колонтитуле нажмите на значок меню и выберите Настройки.
2. В разделе ВкСистемаВнь выберите Дистанционное управление.
3. Нажмите Включить, чтобы функции дистанционного управления стали доступны. PolyScope остается активным. Примечание: При включении дистанционного управления функция не вступает в силу немедленно. Таким образом, можно выполнять переключение между режимами ВкМестное управлениеВнь и ВкДистанционное управлениеВнь.
4. В меню профиля выберите Дистанционное управление, чтобы переключить настройки PolyScope. Примечание: Вы можете вернуться в режим ВкМестное управлениеВнь путем возврата в профильное меню или выбора профиля оператора или программиста, если задан пароль.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Несмотря на то, что дистанционное управление ограничивает действия оператора на PolyScope, вы все еще можете следить за состоянием робота.
- Если робот был выключен в режиме ВкДистанционное управлениеВнь, то он в том же режиме будет запущен.

21.5 Выключение робота

Кнопка Завершение работы позволяет выключить робота или выполнить его перезапуск.

Выключение робота

1. В верхнем колонтитуле нажмите меню Гамбургер и выберите Завершение работы.
2. В диалоговом окне ВкЗавершение работыВнь нажмите Отключить питание.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Глоссарий

Категория останова 0 Движение робота останавливается немедленным прекращением подачи питания на робот. Данное действие является неконтролируемым остановом, 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 остановом, 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 остановом, 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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

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.

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Алфавитный указатель

Symbols

Аварийный останов системы II-30, II-31
Авто II-37, II-114
Автоматический режим II-13
Автоперемещение II-37
Безопасное начальное положение II-31
Блок управления .... ix, I-24, I-29, I-33, I-42, I-43, I-45, II-8, II-94, II-119
Центр сектора II-29
Центральная точка инструмента II-21, II-27, II-48, II-87, II-114
Дерево программ II-39
Деталь II-102
Деталь инструмента II-103
Деталь основания II-103
Диапазон положения II-22
Дистанционное управление II-95, II-132
До II-55
До контакта с инструментом II-56, II-57
До расстояния II-56
До выражения II-57
Движение II-82
Функции безопасности I-13, I-14
Гарантия I-57
Главная II-114
Характеристика II-99
Инициализировать II-5, II-8
Инструкции по безопасности I-51
Инструмент II-27
Интерфейс связи инструмента II-97
Изменение положения II-114
Изменения положения II-115
Конфигурация безопасности I-10, II-17–II-19, II-22
Контрольная сумма II-5
Контрольная сумма безопасности II-19
Контрольная точка II-47, II-49, II-54
Контрольные точки II-10
Кронштейн для установки ix
Круговое движение II-49
Локоть I-59, II-7
Манипулятор робота I-29, II-7, II-8, II-78–II-80, II-82, II-94, II-113
Менеджер программ и установок II-4, II-125
Меню Гамбургер II-5
Момент II-20
Мощность II-20
Нагрузка на сочленение II-123
Направление инструмента II-28, II-29
Напряжение II-119
Настраиваемые входы/выходы I-34
Настройка отслеживания конвейера ... II-99
Настройки II-117, II-129
Настройки безопасности II-17, II-130
Неограниченный режим II-31
Нижний колонтитул II-3, II-36
Нормальная плоскость II-25
Нормальный II-24
Нормальный & ограниченный II-24
Нормальный & ограниченный предел направления инструмента II-29
Нормальный предел направления инструмента II-29
Нормальный режим II-29, II-44, II-115
О программе II-129
Обычный II-81
Обычный режим II-21
Объект II-114
Оценка безопасности x
Ограничение локтя II-25
Ограниченный II-24
Ограниченный предел направления инструмента II-29
Ограниченный режим I-20, II-21, II-27, II-29–II-31
Ограниченный режим при срабатывании II-24
Окно II-3
Основание I-59, II-7, II-47
Остановить II-5
Ошибка II-69
Отключенный предел направления инструмента II-29
Отключено II-23, II-25
Открыть... ..... II-4, II-125
Относительная контрольная точка II-47
Отслеживание конвейера I-33, II-83
Ожидание II-58

Параметры безопасности I-3
Параметры круговых движений II-50
Переименовать II-24
Переменная деталь II-48
Переменная контрольная точка II-48
Переменные II-35, II-45
Переместить II-4, II-45, II-47, II-116
Перемещение II-13, II-59
Перемещение инструмента II-113
Плечо I-59, II-7
Плоскости безопасности . II-23, II-113, II-115
Плоскость срабатывания II-25
Подвесной пульт обучения ix, I-26, I-42, II-8, II-32, II-83, II-132
Подвесной пульт обучения, ... II-3
Подвесной пульт обучения: II-83
Показать II-24
Положение II-27
Положение инструмента II-26, II-27
Пользовательские II-20
Ползунок скорости II-5, II-13
Пределы для сочленения II-22
Пределы робота II-19
Предохранительный останов автоматического режима II-30
Предохранительный сброс II-30
Предохранительный сброс автоматического режима II-30
Предупреждающие знаки I-4
Принудительный режим II-80
Программа II-3, II-35, II-83, II-125, II-126
Путь файла II-125
Радиус II-27
Рама II-82
Расстояние останова II-20
Редактировать позицию II-27
Редактор выражений II-70
Режим восстановления I-20, II-21
Режимы I-20, II-23
Робот II-26, II-113, II-114
Робот не останавливается II-31
Робот перемещается II-31
Ручное управление на высокой скорости II-5, II-15
Ручной режим II-13
Симуляция II-5
Скоба I-29
Сконфигурировать установку робота II-6
Скорость инструмента II-20
Скорость локтя II-20
Сохранить II-127
Сохранить... ..... II-4, II-125
Состояние останова II-8
Создать... ..... II-4, II-125
Свободный привод ... I-20, II-13, II-83, II-91, II-114, II-117
Шаблоны II-83
Шаг II-5
Точка II-82
Удалить II-24
Угол наклона II-29
Угол сдвига II-29
Угол сектора II-29
Усилие инструмента II-20
Усилие локтя II-20
Успех II-69
Установить II-59
Установка II-3, II-94, II-125, II-126
Установочные переменные II-94
Узел программы II-39, II-42
Узел программы робота II-42
В/В II-4
Вектор движения II-56
Верхний колонтитул II-3
Выполнить II-3, II-35
Вход/выход I-29
Входы и выходы инструмента I-46
Входы/выходы I-35
Входы/выходы безопасности . I-13, I-19, I-34, I-35
Входы/выходы общего назначения I-34
Воспроизвести II-5, II-36
Время останова II-20
Ввод-вывод II-92, II-93, II-119
Вводы-выводы II-30
Запрограммировать робота II-6
Запустить программу II-6
Запястья II-7
Завершить работу II-133
Заводские настройки II-20
Журнал II-4
блок управления I-73
интегратор I-9
кнопка Тест II-83
конструкция Оператор ветвления II-70
контрольная точка II-45
манипулятор робота I-73
меню Деталь II-81
оценка риска I-3, I-9, I-12
оценка рисков I-15

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

папка II-61
режим: Автоматический II-4
режим: Ручной II-4
режим: Значок дистанционного управления II-4
режим: Значок местного управления II-4
руководство по обслуживанию xi
руководство по сценариям xi
стандарт I-73, I-75
свободного привода II-103
выходные сигналы II-31
входные сигналы II-30
всплывающее окно II-60
зона сочленений II-46

E

Ethernet I-29, II-108
EtherNet/IP I-29, II-92, II-111

M

Mini Displayport I-29
MODBUS I-29, II-99, II-108, II-110, II-120
MoveJ II-46, II-103, II-116
MoveL II-46, II-103, II-116
MoveP II-46, II-103

P

PolyScope . ix, I-20, II-3, II-7, II-9, II-32, II-62, II-87, II-108, II-111, II-129, II-133
PolyScope с помощью пароля II-35

T

TCI II-58

U

UR+ xi
URCaps II-131

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S. Все права защищены.

Software version: 5.5