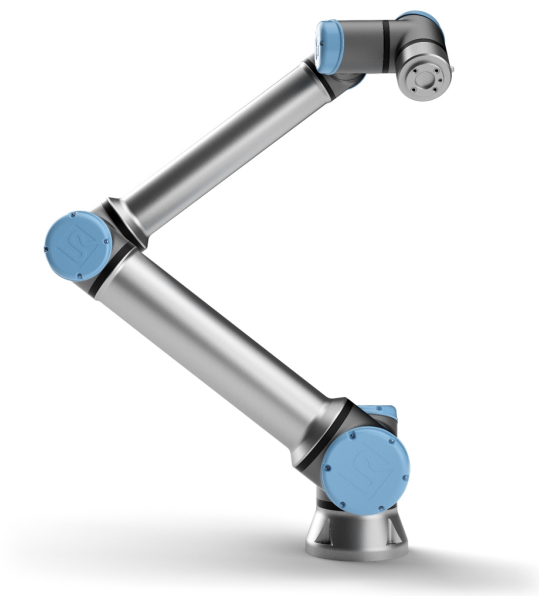




# UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots e-Series  
Руководство пользователя



UR10e  
Original instructions (ru)



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

Universal Robots A/S не несет ответственности за любые ошибки или упущения в данном документе.

Авторское право ©2009–2020 - Universal Robots A/S.

Логотип Universal Robots является зарегистрированной торговой маркой Universal Robots A/S.

# Содержание

<b>1. Предисловие</b>	<b>1</b>
1.1. Содержимое комплекта поставки	2
1.2. Важное примечание о безопасности	3
1.3. Порядок использования настоящего руководства	3
1.4. Источники дополнительной информации	3
1.4.1. UR+	3
<b>Часть I Руководство по установке оборудования</b>	<b>5</b>
<b>2. Безопасность</b>	<b>7</b>
2.1. Введение	7
2.2. Действительность и ответственность	7
2.3. Ограничение ответственности	8
2.4. Знаки предупреждения в настоящем руководстве	8
2.5. Предостережения и предупреждения общего характера	9
2.6. Предусмотренное применение	12
2.7. Оценка риска	13
2.8. Предварительная оценка	15
2.9. Аварийный останов	15
2.10. Перемещение без питания приводов	16
<b>3. Функции и интерфейсы безопасности</b>	<b>17</b>
3.1. Введение	17
3.2. Категории останова	18
3.3. Конфигурируемые функции безопасности	18
3.4. Функция безопасности	23
3.5. Режимы	23
<b>4. Транспортировка</b>	<b>25</b>
<b>5. Механический интерфейс</b>	<b>27</b>
5.1. Введение	27
5.2. Рабочая зона робота	27
5.3. Монтаж	27
5.4. Максимальная разрешенная полезная нагрузка	31
<b>6. Электрический интерфейс</b>	<b>32</b>
6.1. Введение	32



6.1.1. Кронштейн блока управления .....	32
6.2. Ethernet .....	32
6.3. Электрические предостережения и предупреждения .....	33
6.4. Входы и выходы контроллера .....	35
6.4.1. Общие требования ко всем цифровым входам/выходам .....	36
6.4.2. Входы и выходы системы безопасности .....	38
6.4.3. Цифровые входы/выходы общего назначения .....	43
6.4.4. Цифровой вход с подключением кнопки .....	43
6.4.5. Обмен данными с другими устройствами или ПЛК .....	43
6.4.6. Аналоговые входы/выходы общего назначения .....	44
6.4.7. Удаленное включение и отключение .....	45
6.5. Подключение к электрической сети .....	47
6.6. Подключение робота .....	48
6.7. Входы и выходы инструмента .....	49
6.7.1. Источник питания инструмента .....	50
6.7.2. Электропитание .....	50
6.7.3. Электропитание на два контакта .....	50
6.7.4. Цифровые выходы инструмента .....	51
6.7.5. Цифровые входы инструмента .....	52
6.7.6. Аналоговый вход инструмента .....	53
6.7.7. Входы и выходы связи инструмента .....	54
<b>7. Обслуживание и ремонт .....</b>	<b>55</b>
7.1. Инструкции по безопасности .....	55
7.2. Чистка .....	56
<b>8. Утилизация и окружающая среда .....</b>	<b>57</b>
<b>9. Сертификаты .....</b>	<b>58</b>
<b>10. Гарантии .....</b>	<b>60</b>
10.1. Гарантия на изделие .....	60
10.2. Отказ от ответственности .....	61

<b>11. Время и расстояние остановки</b> .....	<b>62</b>
<b>12. Декларации и сертификаты</b> .....	<b>65</b>
<b>13. Сертификаты</b> .....	<b>67</b>
<b>14. Применимые стандарты</b> .....	<b>75</b>
<b>15. Технические характеристики</b> .....	<b>81</b>
<b>16. Таблицы функций безопасности</b> .....	<b>83</b>
16.1. Table 1 .....	83
<b>17. Table 2</b> .....	<b>90</b>
<b>Часть II Руководство PolyScope</b> .....	<b>93</b>
<b>18. Введение</b> .....	<b>95</b>
18.1. Базовые знания о PolyScope .....	95
18.2. Значки и вкладки верхнего колонтитула .....	95
18.3. Кнопки нижнего колонтитула .....	97
18.4. Экран «Начало работы» .....	98
<b>19. Краткое руководство</b> .....	<b>99</b>
19.1. Базовые знания о манипуляторе робота .....	99
19.2. Установка манипулятора робота и блока управления .....	99
19.3. Включение и выключение блока управления .....	100
19.4. Включение и выключение манипулятора робота .....	100
19.5. Инициализация манипулятора робота .....	101
19.6. Быстрый запуск системы .....	102
19.7. Свободный привод .....	103
19.7.1. Использование кнопки свободного привода .....	104
19.7.2. Использование кнопки свободного привода на экране вкладки «Перемещение» .....	104
19.8. Обратный проход .....	105
19.8.1. Включение функции «Обратный проход» .....	105
19.9. Первая программа .....	105
19.10. Регистрация робота и файлы лицензии URCap .....	107
19.10.1. Регистрация робота с текущего экрана .....	107
19.10.2. Загрузка файла лицензии URCAP .....	107
19.10.3. Отмена регистрации робота .....	108
<b>20. Выбор рабочего режима</b> .....	<b>109</b>
20.1. Рабочие режимы .....	109
20.2. Трехпозиционное устройство включения .....	111

20.2.1. Высокая скорость в ручном режиме .....	111
<b>21. Конфигурация безопасности .....</b>	<b>113</b>
21.1. Базовые знания о настройках безопасности .....	113
21.1.1. Доступ к конфигурации безопасности .....	113
21.2. Установка пароля системы безопасности .....	114
21.3. Изменение конфигурации безопасности .....	115
21.4. Применение новой конфигурации безопасности .....	115
21.5. Контрольная сумма безопасности .....	115
21.6. Настройки меню безопасности .....	116
21.7. Пределы робота .....	116
21.8. Режимы безопасности .....	118
21.9. Отклонения .....	119
21.10. Пределы для сочленения .....	119
21.11. Плоскости .....	120
21.11.1. Режимы .....	121
21.11.2. Конфигурация плоскостей безопасности .....	121
21.11.3. Локоть .....	122
21.11.4. Цветовая кодировка .....	123
21.12. Свободный привод .....	124
21.12.1. Использование кнопки свободного привода .....	124
21.13. Обратный проход .....	124
21.13.1. Включение функции «Обратный проход» .....	124
21.14. Положение инструмента .....	125
21.15. Направление инструмента .....	126
21.15.1. Свойства предела .....	127
21.15.2. Свойства инструмента .....	128
21.16. В/В .....	128
21.16.1. Входные сигналы .....	128
21.16.2. Выходные сигналы .....	130
21.16.3. Сигналы безопасности OSDD .....	131
21.17. Аппаратное обеспечение .....	131
21.17.1. Выбор доступного оборудования .....	132
<b>22. Вкладка «Выполнить» .....</b>	<b>133</b>
22.1. Программа .....	133
22.2. Переменные .....	133

22.3. Возраст робота .....	134
22.4. Переместить робота в положение .....	134
22.4.1. Переход к экрану «Переместить робота в положение» .....	135
22.4.2. Переместить робота в: .....	135
22.4.3. Вручную .....	136
<b>23. Вкладка «Программа» .....</b>	<b>137</b>
23.1. Дерево программы .....	137
23.1.1. Индикация выполнения программы .....	138
23.1.2. Кнопка Поиск .....	138
23.2. Панель инструментов дерева программ .....	138
23.2.1. Кнопки отмены/повтора команды .....	138
23.2.2. Перемещение вверх и вниз .....	138
23.2.3. Вырезать .....	139
23.2.4. Копировать .....	139
23.2.5. Вставить .....	139
23.2.6. Удалить .....	139
23.2.7. Скрыть .....	139
23.3. Редактор выражений .....	140
23.4. Запуск программы с выбранного узла .....	140
23.4.1. Использование команды Воспроизвести с выбранного узла .....	141
23.5. Использование точек прерывания в программе .....	141
23.6. Одиночный шаг в программе .....	143
23.7. Вкладка «Команды» .....	143
23.8. Вкладка «Графика» .....	145
23.9. Базовые узлы программы .....	146
23.9.1. Перемещение .....	146
23.9.2. Фиксированная контрольная точка .....	150
23.9.3. Относительная контрольная точка .....	156
23.9.4. Переменная контрольная точка .....	157
23.9.5. Направление .....	158
23.9.6. Until .....	159
23.9.7. До контакта с инструментом .....	160
23.9.8. Ожидание .....	162
23.9.9. Установить .....	163
23.9.10. Всплывающее окно .....	164
23.9.11. Останов .....	165
23.9.12. Комментарий .....	166

23.9.13. Папка .....	167
<b>23.10. Расширенные узлы программы .....</b>	<b>168</b>
23.10.1. Цикл .....	168
23.10.2. Если .....	168
23.10.3. Подпрограмма .....	170
23.10.4. Назначение .....	172
23.10.5. Сценарий .....	173
23.10.6. Событие .....	174
23.10.7. Поток .....	175
23.10.8. Переключатель .....	176
23.10.9. Таймер .....	177
23.10.10. В исходное .....	178
<b>23.11. Шаблоны .....</b>	<b>178</b>
23.11.1. Палетирование .....	178
23.11.2. Поиск .....	185
23.11.3. Усилие .....	189
23.11.4. Выбор значения усилия .....	191
23.11.5. Пределы скорости .....	191
23.11.6. Настройки тестового усилия .....	192
23.11.7. Отслеживание конвейера .....	192
23.11.8. Завинчивание .....	193
23.11.9. Завинчивать до .....	195
<b>23.12. URCaps .....</b>	<b>196</b>
23.12.1. Удаленная ЦТИ и путь инструмента URCap .....	196
23.12.2. Типы движений удаленной ЦТИ .....	198
23.12.3. Контрольная точка УЦТИ .....	198
23.12.4. Траектория инструмента удаленной ЦТИ .....	200
23.12.5. Удаленная ЦТИ .....	201
23.12.6. СКД удаленной ЦТИ .....	202
23.12.7. Движения в рамках траектории инструмента обычной ЦТИ .....	205
<b>24. Вкладка «Установка» .....</b>	<b>207</b>
24.1. Общее .....	207
24.2. Конфигурация ЦТИ .....	207
24.2.1. Положение .....	207
24.2.2. Ориентация .....	208
24.2.3. Добавление, переименовывание, изменение и удаление ЦТИ .....	208
24.2.4. Активная ЦТИ .....	208

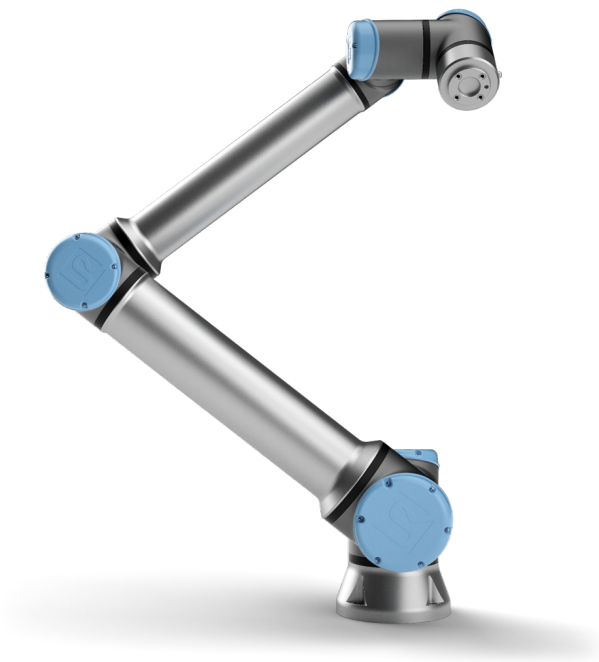
24.2.5. ЦТИ по умолчанию .....	208
24.2.6. Обучение положению ЦТИ .....	209
24.2.7. Обучение ориентации ЦТИ .....	210
24.3. Полезная нагрузка и центр тяжести .....	210
24.3.1. Определение полезной нагрузки .....	210
24.3.2. Определение центра тяжести .....	211
24.3.3. Расчет полезной нагрузки .....	211
24.3.4. Использование «Мастера расчета полезной нагрузки» .....	211
24.4. Монтаж .....	212
24.5. Настройка ввода-вывода .....	213
24.5.1. Тип сигнала ввода-вывода .....	214
24.5.2. Назначение пользовательских имен .....	214
24.5.3. Входные/выходные действия и управление на вкладке ввода-вывода .....	214
24.6. Переменные .....	216
24.7. Запуск .....	217
24.7.1. Загрузка программы запуска .....	218
24.7.2. Запуск программы запуска .....	218
24.8. Ввод/вывод инструмента .....	219
24.9. Контроль интерфейса ввода/вывода .....	219
24.10. Аналоговые входы инструмента .....	220
24.10.1. Интерфейс связи инструмента .....	220
24.10.2. Настройка интерфейса связи инструмента (ИСИ) .....	220
24.11. Режим цифрового выхода .....	220
24.11.1. Питание на два контакта .....	221
24.12. Плавный переход между режимами безопасности .....	221
24.12.1. Регулировка настроек ускорения/замедления .....	221
24.13. Начальное .....	222
24.13.1. Определение начального положения .....	222
24.14. Настройка отслеживания конвейера .....	222
24.14.1. Определение конвейера .....	223
24.14.2. Параметры конвейера .....	223
24.14.3. Параметры отслеживания .....	223
24.15. Настройка завинчивания .....	224
24.15.1. Настройки отвертки .....	224
24.15.2. Настройка положения шуруповерта .....	225
24.15.3. Настройка интерфейса шуруповерта .....	226

24.16. Безопасность .....	226
24.17. Изменение объектов .....	226
24.18. Fieldbus .....	228
24.19. Настройка ввода-вывода клиента MODBUS .....	229
24.19.1. Обновить .....	229
24.19.2. Добавить модуль .....	229
24.19.3. Удалить модуль .....	229
24.19.4. Установить IP-адрес модуля .....	230
24.19.5. Последовательный режим .....	230
24.19.6. Добавить сигнал .....	230
24.19.7. Удалить сигнал .....	230
24.19.8. Установить тип сигнала .....	230
24.19.9. Установить адрес сигнала .....	231
24.19.10. Установить имя сигнала .....	231
24.19.11. Значение сигнала .....	231
24.19.12. Состояние подключения для передачи сигнала .....	231
24.19.13. Показать дополнительные параметры .....	232
24.19.14. Дополнительные параметры .....	232
24.20. Ethernet/IP .....	233
<b>25. Вкладка «Перемещение» .....</b>	<b>235</b>
25.1. Перемещение инструмента .....	235
25.2. Робот .....	235
25.2.1. Объект .....	236
25.2.2. Активная ЦТИ .....	236
25.2.3. Начальное .....	236
25.2.4. Свободный привод .....	236
25.2.5. Выровнять .....	237
25.3. Положение инструмента .....	237
25.4. Положение сочленения .....	237
25.5. Меню изменения положения .....	239
25.5.1. Робот .....	239
25.5.2. Положение деталей и инструмента .....	240
25.5.3. Положение сочленений .....	240
25.5.4. Кнопка ОК .....	241
25.5.5. Кнопка «Отмена» .....	241
<b>26. Вкладка «Ввод-вывод» .....</b>	<b>243</b>
26.1. Робот .....	243

26.2. MODBUS .....	245
<b>27. Вкладка «Журнал» .....</b>	<b>247</b>
27.1. Показания и нагрузка на сочленение .....	247
27.2. Журнал .....	247
27.3. Сохранение отчетов об ошибках .....	248
27.4. Файл для технической поддержки .....	248
<b>28. Менеджер программ и установок .....</b>	<b>249</b>
28.1. Открыть... .....	249
28.2. Новый... .....	250
28.3. Сохранить... .....	252
28.4. Диспетчер файлов .....	253
<b>29. Меню «Гамбургер» .....</b>	<b>255</b>
29.1. Справка .....	255
29.2. О программе .....	255
29.3. Настройки .....	255
29.3.1. Параметры .....	255
29.3.2. Пароль .....	256
29.4. Система .....	256
29.4.1. Резервное копирование и восстановление .....	256
29.4.2. Обновить .....	257
29.4.3. Сеть .....	258
29.4.4. Управление файлами URCap .....	258
29.4.5. Дистанционное управление .....	258
29.5. Выключение робота .....	259
<b>30. Глоссарий .....</b>	<b>261</b>
30.1. Index .....	262



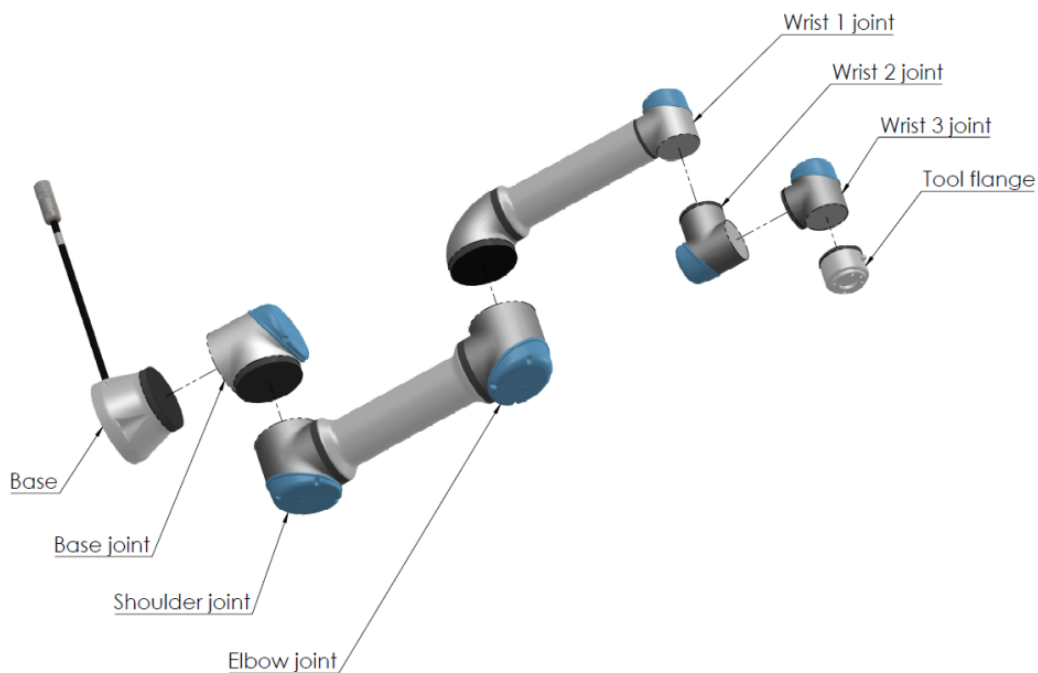
# 1. Предисловие



Поздравляем с приобретением нового робота Universal Robots e-Series.

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.



**2.1:** Сочленения, основание и фланец для подсоединения инструмента манипулятора робота.

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 PolyScore можно легко запрограммировать робота для перемещения инструмента и связи с другими машинами с помощью электрических сигналов. Рисунок 2.1: Сочленения, основание и фланец для подсоединения инструмента манипулятора робота. выше содержит основные компоненты манипулятора робота и может использоваться в качестве ориентира во всем остальном руководстве.

## 1.1. Содержимое комплекта поставки

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

- блок управления и подвесной пульт обучения,
- кронштейн для установки блока управления,
- кронштейн для установки подвесного пульта обучения,
- ключ для открытия блока управления,
- кабель для подключения манипулятора робота и блока управления
- сетевой кабель или кабель питания, совместимый с вашим регионом,
- настоящее руководство.

## 1.2. Важное примечание о безопасности

Робот представляет собой **частично укомплектованное оборудование** (см. ), поэтому для каждой установки робота требуется провести оценку безопасности. Необходимо соблюдать все инструкции по безопасности, приведенные в главе [2. Безопасность на странице 7](#).

## 1.3. 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 сборщика, обладающего базовыми знаниями в области механики и электрооборудования, а также знакомого с элементарными основами программирования.

## 1.4. Источники дополнительной информации

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

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

### 1.4.1. 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 конечных 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.



# Часть I

## Руководство по установке оборудования



## 2. Безопасность

### 2.1. 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 [3. Функции и интерфейсы безопасности на странице 17](#) описываются и определяются связанные с безопасностью функции, чрезвычайно важные для совместных приложений.

Инструкции и указания, приведенные в главе [3. Функции и интерфейсы безопасности на странице 17](#) и в разделе [2.7. Оценка риска на странице 13](#), 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.

### 2.2. 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;
- 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.

## 2.3. 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.

## 2.4. Знаки предупреждения в настоящем руководстве

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



### ВНИМАНИЕ

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



### ВНИМАНИЕ

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



### ВНИМАНИЕ

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

**ВНИМАНИЕ**

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

**ВНИМАНИЕ**

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

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

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

## 2.5. 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.

**ВНИМАНИЕ**

Робот и все электрическое оборудование должны быть установлены в соответствии с требованиями и предупреждениями, приведенными в главах [5. Механический интерфейс на странице 27](#) и .

**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.
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 заземления.
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 подвешенного пульта обучения.
13. Если в ходе оценки рисков определена зона безопасности робота, запрещается входить внутрь нее или касаться робота при работе системы.
14. Сочетание различных устройств может увеличивать уровень опасностей или создавать новые опасности. Требуется всегда проводить оценку риска всей системы. В зависимости от оценки риска



могут применяться различные уровни функциональной безопасности; в случае необходимости обеспечения различных уровней производительности в части безопасности и аварийного останова следует выбирать наибольшее значение уровня производительности. Следует всегда знакомиться с руководствами каждой единицы оборудования в системе.

15. Запрещается вносить изменения в робота. Любые изменения могут привести к появлению опасностей, не предусмотренных сборщиком. Все разрешенные повторные сборки должны проводиться в соответствии с последними редакциями соответствующих руководств по обслуживанию.
16. В случае приобретения робота с дополнительным блоком (например, интерфейсом euromar67) обратитесь к соответствующему руководству для получения информации о таком блоке.
17. Убедитесь, что пользователи робота осведомлены о расположении кнопки(-ок) аварийного останова и о методах активации аварийного останова в штатных 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 прикоснуться 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.



#### 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.

## 2.6. 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 и .

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.



### 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.
- Изделие не разработано и не предназначено для использования в медицине в непосредственной близости от пациентов.

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

## 2.7. Оценка риска

Одной из самых важных обязанностей сборщика 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, Робот представляет собой частично укомплектованное оборудование, поскольку безопасность установки робота зависит от способа его интеграции (например, наличие инструмента/концевого исполнительного органа, препятствий и иных устройств). Сборщику рекомендуется воспользоваться ISO 12100 и ISO 10218-2 для проведения оценки риска. Кроме того сборщик может использовать технические характеристики ISO/TS 15066 как дополнительное руководство. При оценке риска, проводимой сборщиком, должны быть рассмотрены все рабочие задачи на протяжении всего времени срока службы программного приложения робота, включая, помимо прочего:

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

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

Определение правильных параметров конфигурации безопасности является особенно важной частью при подготовке к работе совместных программных приложений робота. Подробные сведения см. в главе [3. Функции и интерфейсы безопасности на странице 17](#) и части [Часть II Руководство PolyScore на странице 93](#).

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, проводимой 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 или концевого исполнительного органа.** Используется, в частности, для уменьшения рисков, связанных с определенными частями тела. Например, Например, во избежание движений по направлению к голове и шее.
- **Ограничение ориентации инструмента или концевого исполнительного органа.**

Используется, в частности, для уменьшения рисков, связанных с определенными зонами и характеристиками инструмента (концевого исполнительного органа) и заготовки. Например, Ограничение скорости: Особенно используется для обеспечения низкой скорости манипулятора робота.

- **Ограничение скорости.** Используется, в частности, для обеспечения низкой скорости манипулятора робота.

Сборщик системы должен предотвращать несанкционированный доступ к конфигурации безопасности с помощью защиты 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.
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 3. [Функции и интерфейсы безопасности на странице 17](#) и приложении .

## 2.8. 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 выходы 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 «Робот перемещается», выходу «Робот не останавливается», выходу «Ограниченный режим» или выходу «Не ограниченный режим», может определить изменения выхода

## 2.9. 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.

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 ).



## 2.10. 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.

# 3. Функции и интерфейсы безопасности

## 3.1. 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 ) с уровнем производительности d (PLd), используя архитектуру категории 3.

Конфигурацию функций, входов и выходов, безопасности в пользовательском интерфейсе, смотрите в главе [21. Конфигурация безопасности на странице 113](#), часть [Часть II Руководство PolyScope на странице 93](#). Порядок подключения предохранительных устройств к входу/выходу см. в главе .



### ПРИМЕЧАНИЕ

1. Использование и конфигурация функций и интерфейсов безопасности может происходить только после процедур оценки рисков каждого применения робота. (см. главу [2. Безопасность на странице 7](#), раздел [2.7. Оценка риска на странице 13](#))
2. В случае обнаружения роботом неисправности или нарушения в системе безопасности (например, в результате обрыва одного из проводов в цепи аварийного останова или превышения пределов безопасности) происходит останов категории 0.
3. В рамках оценки рисков применения робота следует принять во внимание время останова

**ВНИМАНИЕ**

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

## 3.2. 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
Категория останова	Остановить работа посредством незамедлительного отключения питания.
1	Остановить работа в нормальном и управляемом режиме. Отключить питание после полной остановки работа.
2	*Остановить работа, не отключая подачу питания на приводы и сохраняя траекторию. Подача питания на приводу сохраняется после остановки работа.

Примечание. Подача питания на приводу сохраняется после остановки работа.

## 3.3. Конфигурируемые функции безопасности

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

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:

Функциональную безопасность можно кратко описать следующим образом:

Функция безопасности	Допуск	Уровень производительности	Категория
Аварийный останов	–	d	3
Предохранительный останов	–	d	3
Предел положения сочленения	d	d	3
Предел скорости сочленения	d	d	3
Безопасные плоскости	d	d	3
Ориентация инструмента	d	d	3
Предел скорости	d	d	3
Предел усилия	d	d	3
Предел момента	d	d	3
Предел мощности	d	d	3
Предел времени останова	d	d	3
Предел расстояния останова	d	d	3
Safe Home	d	d	3



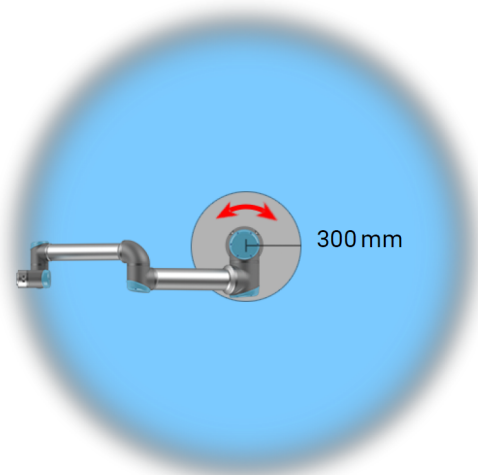
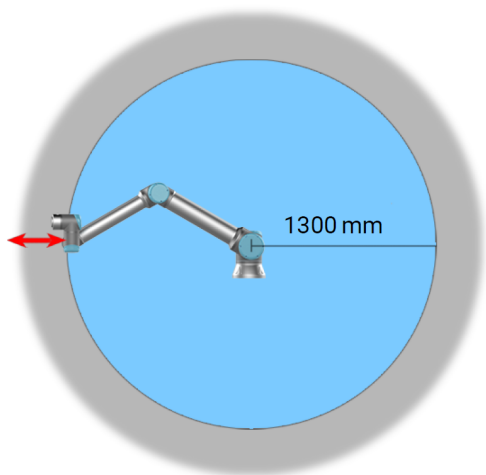
#### ВНИМАНИЕ

Существуют два исключения в работе функции ограничения усилия, на которые следует обратить внимание при проектировании использования робота (рис. 4.1). 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 заземления 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.



**ВНИМАНИЕ**

Если робот используется в ручных приложениях (с управлением рукой) с линейными перемещениями, совместное ограничение скорости должно быть установлено на макс. Это предотвратит быстрые перемещения локтя робота вблизи сингулярностей.



4.1: Определенным рабочим зонам должно быть уделено особое внимание относительно угроз заземления, связанных с физическими свойствами манипулятора робота. Одна зона (слева) отведена под радиальные перемещения, при которых запястье 1 сочленения находится на расстоянии менее 1300 мм от основания робота. Другая зона (справа) находится в пределах 300 мм от основания робота в случае перемещения по касательной.

Робот также оснащен следующими входами безопасности:

Вход безопасности	Описание
Кнопка аварийного останова	Выполнение останова категории 1 с одновременным информированием другого оборудования от выхода <i>аварийного останова системы</i> , если задано значение данного выхода.
Аварийный останов робота	Выполнение останова категории 1 через вход блока управления с одновременным информированием другого оборудования от выхода <i>аварийного останова системы</i> , если задано значение данного выхода.
Аварийный останов системы	Выполнение останова категории 1 только робота.
Предохранительный останов	Выполнение останова категории 1 только робота.

Авторское право ©2009–2020 - Universal Robots A/S. Все права защищены.

Вход безопасности	Описание
Предохранительный останов авторежима	Выполнение останова категории 2 ТОЛЬКО в автоматическом режиме. <i>Предохранительный останов автоматического режима</i> можно выбрать только при сконфигурированном и установленном трехпозиционном устройстве включения.
Аварийный сброс	Возобновление из состояния <i>предохранительного останова</i> в случае срабатывания переднего фронта на входе предохранительного сброса.
Ограниченный режим	Переход системы безопасности к использованию ограничений <i>ограниченного режима</i> .
Трехпозиционное устройство включения	Запускает останов категории 2, если устройство включения полностью сжато или полностью отпущено только в ручном режиме. Останов трехпозиционного устройства включения задействуется, если вход переходит к низкому уровню. Предохранительный сброс на него не влияет.
Рабочий режим	Переключается между рабочими режимами. Робот будет находиться в автоматическом режиме при низком логическом уровне входа и в ручном режиме при высоком логическом уровне входа.
Automatic Mode Safeguard Reset	Возвращается из состояния <i>предохранительного останова автоматического режима</i> в случае срабатывания переднего фронта на входе предохранительного сброса автоматического режима.

Для взаимодействия с другим оборудованием робот оснащен следующими выходами безопасности:

Выход безопасности	Описание
Аварийный останов системы	При низком логическом значении данного сигнала вход <i>аварийного останова робота</i> имеет низкое логическое значение или нажата кнопка аварийного останова.
Робот перемещается	Пока данный сигнал логически высокий, ни сочленение, ни робот не может переместиться более чем на 0,1 рад/с.
Робот не останавливается	Пока данный сигнал логически высокий, ни одно сочленение робота не может переместиться более чем на 0,1 рад. В противном случае логический уровень будет низким.
Ограниченный режим	В противном случае логический уровень будет низким.
Неограниченный режим	Низкий логический уровень при нахождении системы безопасности не в Ограниченном режиме.
Safe Home	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).

## 3.4. Функция безопасности

Система безопасности задействована, если превышен 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 какую-либо неисправность или нарушение, то все выходы безопасности сбрасываются на низкое значение.

## 3.5. Режимы

### Нормальный и ограниченный режимы

Система безопасности имеет два настраиваемых режима: **нормальный** и **ограниченный**. Возможно выполнить настройку пределов безопасности для каждого из данных двух режимов. Ограниченный режим активен в случае расположения инструмента/концевого исполнительного органа робота на стороне ограниченного режима при **его срабатывании** или в случае его активации входом безопасности.

**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 превышении предела безопасности необходимо выполнить перезапуск системы безопасности. Если в момент запуска система находится вне пределов безопасности (например, вне пределов положения сочленения), выполняется переход в особый режим восстановления. В режиме восстановления запуск программ робота не поддерживается, но при этом возможен возврат манипулятора робота в диапазон пределов вручную с помощью режима свободного привода или вкладки «Перемещение» в PolyScore (см. часть [Часть II Руководство PolyScore на странице 93](#) Руководство PolyScore). 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.

## 4. Транспортировка

Робот и блок управления поставляются калиброванным комплектом. Не разделяйте их, так как потребуются 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 в главе [5. Механический интерфейс на странице 27](#).



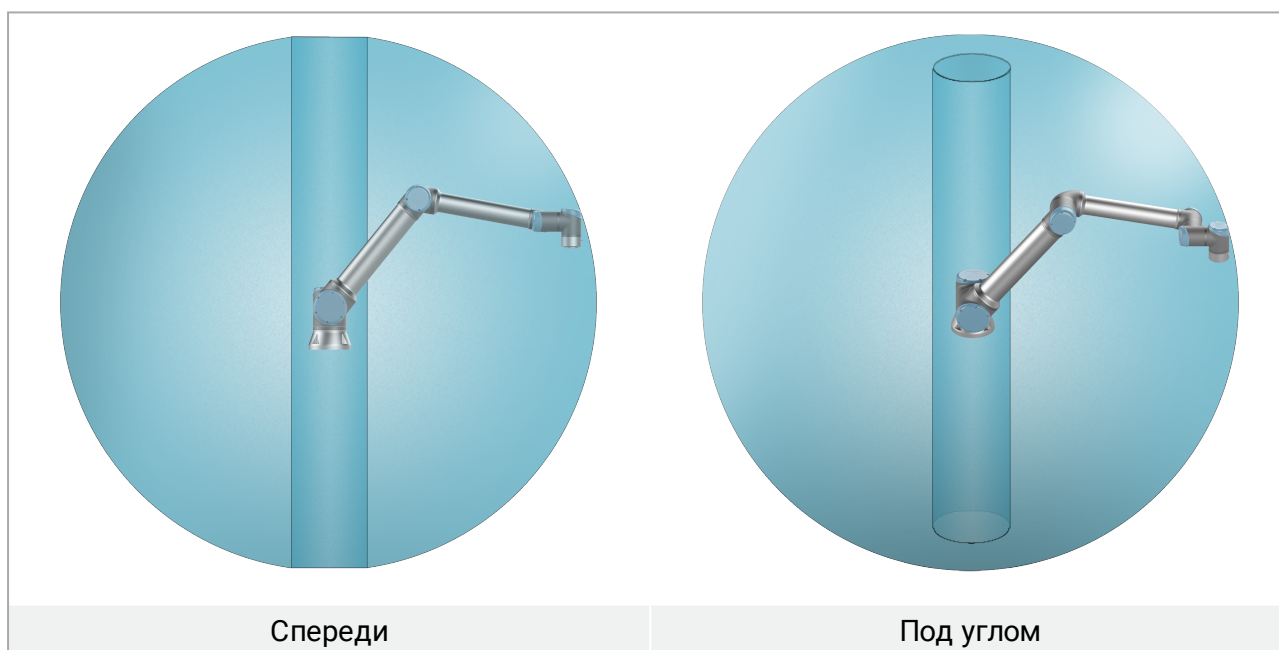
## 5. Механический интерфейс

### 5.1. Введение

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

### 5.2. Рабочая зона робота

Рабочая зона робота достигает 1300 мм от точки сочленения с основанием. 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.



### 5.3. Монтаж

#### Манипулятор робота



#### **ВНИМАНИЕ**

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

Для монтажа робота используются четыре болта М8 класса прочности 8.8 и четыре отверстия для монтажа 8,5 мм в основании робота. Болты должны быть затянуты с моментом затяжки 20 Н·м.

Для точного расположения манипулятора робота воспользуйтесь двумя отверстиями Ø8, установив в них штифты. Кнопка аварийного останова позволяет мгновенно остановить любое движение робота. В качестве дополнения вы можете приобрести точный контршаблон основания. На рис. 6.1 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 движения основания установки должно быть очень низким. Высокое ускорение может привести к аварийному останову робота.



### ВНИМАНИЕ

Для предотвращения незапланированного запуска робота при монтаже и демонтаже отключайте его заранее.

Процедура отключения:

1. Нажмите кнопку питания на подвесном пульте обучения и отключите робота.
2. Отсоедините силовой кабель (шнур питания) от розетки.
3. Подождите 30 секунд, пока робот не сбросит накопленную энергию.



### 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)



**6.1:** Отверстия для монтажа робота. Используются четыре болта М8 . Все измерения приведены в мм .

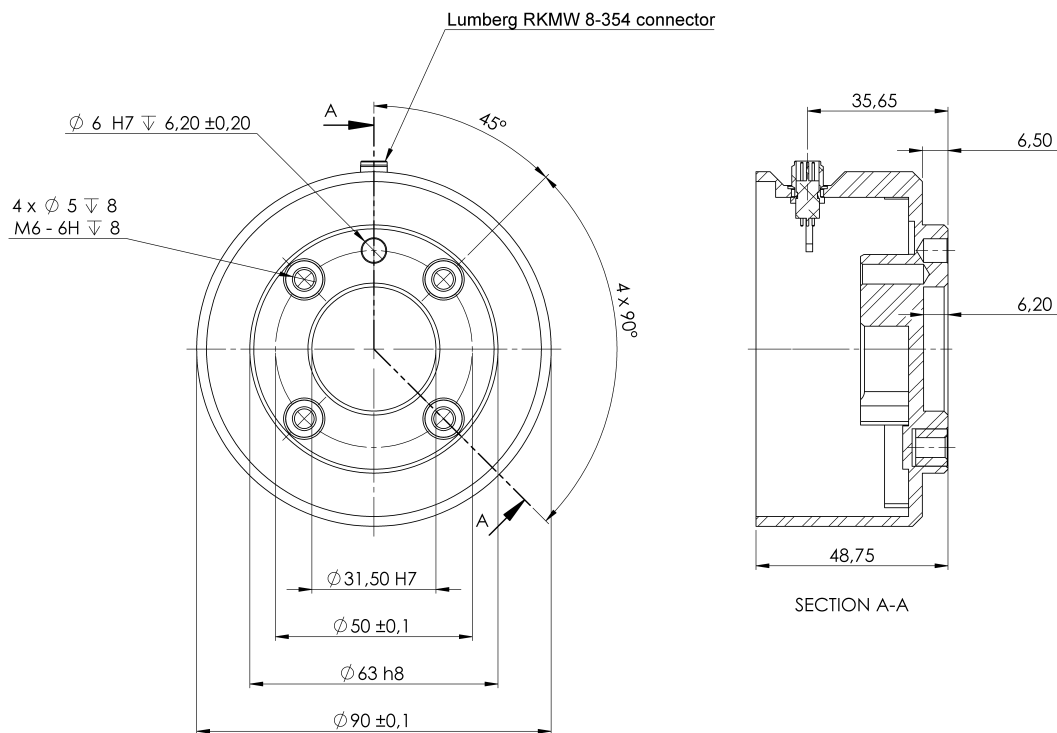
## Инструмент

Во фланце робота для подсоединения инструмента имеются четыре отверстия с резьбой М6 для установки инструмента робота. Болты М6 должны быть затянуты с моментом затяжки 8 Н м, класс прочности 8.8. Для точного расположения инструмента используйте штифт в  $\varnothing 6$  отверстиях. На рис. 6.2 показаны габариты фланец для подсоединения инструмента и схема расположения отверстий на нем. 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.



### ВНИМАНИЕ

1. Слишком длинные болты М6 могут давить на нижнюю часть фланца для подсоединения инструмента и привести к короткому замыканию в работе.
2. Убедитесь, что инструмент надежно и безопасно закреплен.
3. Убедитесь в том, что конструкция инструмента не может создать опасную ситуацию путем неожиданного отпускания детали.



**6.2:** Болты М6 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. Фланец для подсоединения инструмента (ISO 9409-1-50-4-M6) находится в том месте, где установлен наконечник робота.

**Все измерения приведены в мм .**

Блок управления можно повесить на стену или разместить на полу. Блок управления можно повесить на стену или разместить на земле.

### Подвесной пульт обучения

Подвесной пульт обучения можно повесить на стену или на блок управления. Подвесной пульт обучения можно повесить на стену или на блок управления.

Кнопка аварийного останова позволяет мгновенно остановить любое движение робота. Вы

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

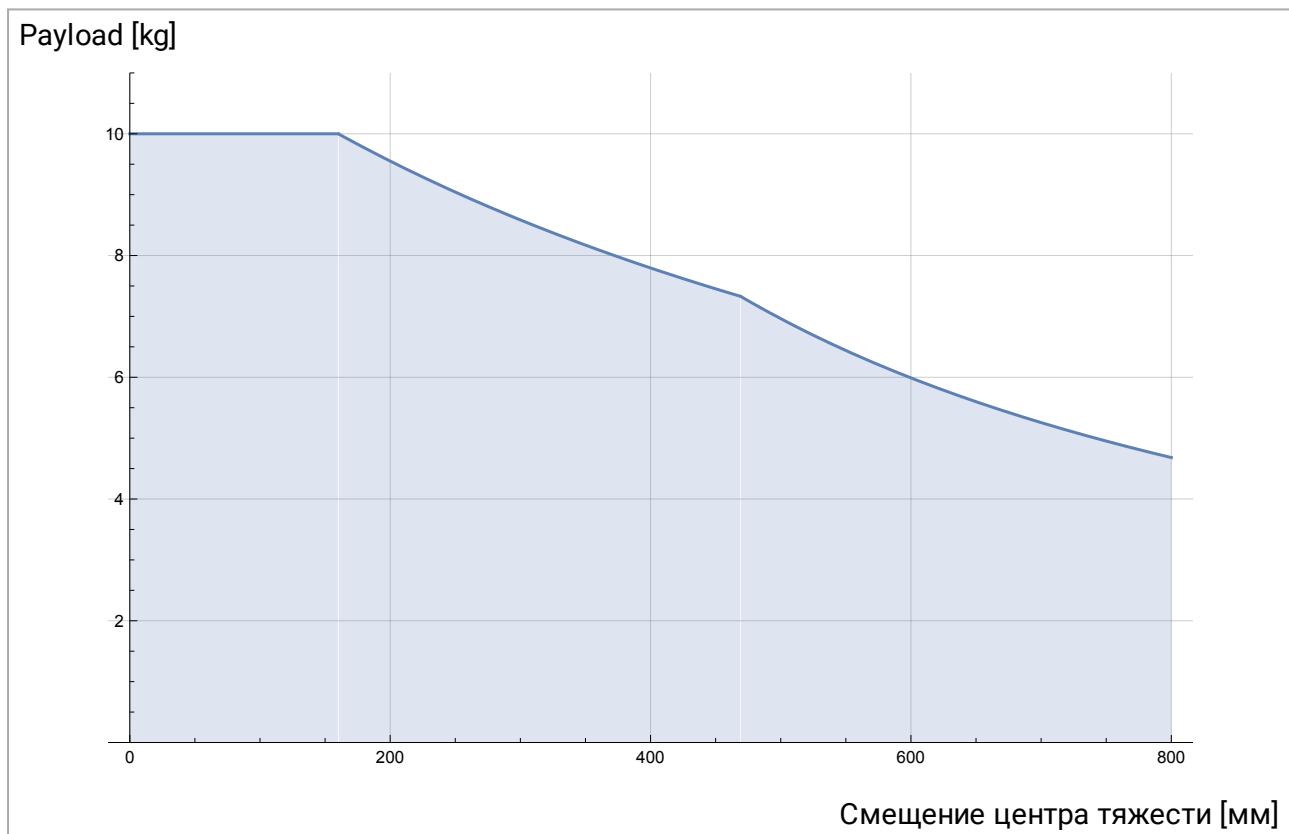


### ВНИМАНИЕ

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.

## 5.4. Максимальная разрешенная полезная нагрузка

Максимально допустимая полезная нагрузка манипулятора робота зависит от *смещения центра тяжести*, см. рисунок 6.3. Смещение центра тяжести определяется как расстояние между центром выходного фланца инструмента и центром тяжести добавленной полезной нагрузки.



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

## 6. Электрический интерфейс

### 6.1. Введение

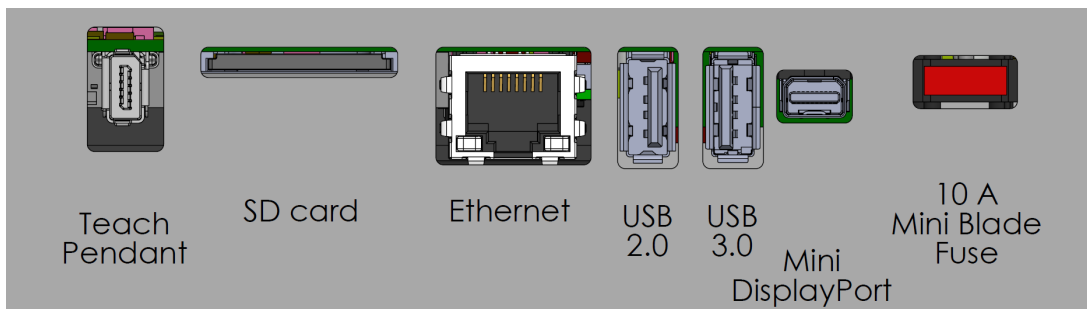
В данном разделе содержится описание групп электрических интерфейсов манипулятора робота и блока управления. Примеры приведены для большинства типов сигналов **входа/выхода**. Термин **вход/выход** относится к цифровым и аналоговым сигналам управления, поступающим из групп электрического интерфейса и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

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

#### 6.1.1. 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. [6.2. Ethernet](#) ниже).

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.



Кнопка аварийного останова позволяет мгновенно остановить любое движение робота. Предохранитель типа Mini должен иметь маркировку UL с максимальным номинальным током 10 А и минимальным номинальным напряжением 32 В.

### 6.2. Ethernet

Интерфейс Ethernet может использоваться со следующими протоколами:

- MODBUS, EtherNet/IP и PROFINET (см. часть [Часть II Руководство PolyScope на странице 93](#)).
- 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.



Электрические требования приведены в таблице ниже.

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

### 6.3. 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.

**ВНИМАНИЕ**

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 [6.4. Входы и выходы контроллера на титульной странице](#).

**ВНИМАНИЕ**

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 вводам/вывода робота. Металлическая пластина снизу предназначена для кабелей интерфейса и разъемов. Удалите пластину перед сверлением отверстий. Удалите стружку перед повторной установкой пластины. Необходимо использовать надлежащую резьбу сальника кабельного входа.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

1. Робот прошел испытания на соответствие международным стандартам 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.



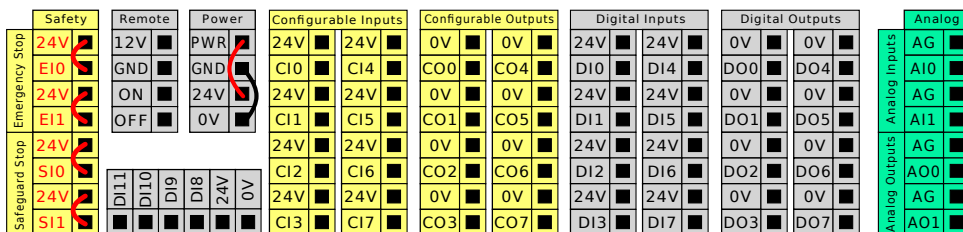
**ПРИМЕЧАНИЕ**

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

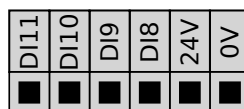
## 6.4. Входы и выходы контроллера

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

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



Кнопка аварийного останова позволяет мгновенно остановить любое движение робота. Горизонтальный блок цифрового входа (DI8-DI11), показанный ниже, можно использовать для квадратурной кодировки отслеживания конвейера (см. [6.4.1. Общие требования ко всем цифровым входам/выходам на следующей странице](#)) для входных сигналов такого типа.



Авторское право ©2009–2020 - 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

Графический интерфейс позволяет выполнить настройку **настраиваемых входов/выходов** в качестве **обычных** или **безопасных** (см. часть [Часть II Руководство PolyScope на странице 93](#)).

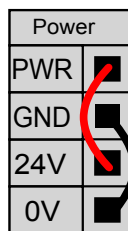
### 6.4.1. Общие требования ко всем цифровым входам/выходам

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

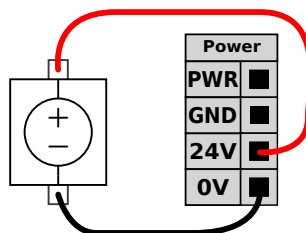
- Входы/выходы безопасности.
- Настраиваемые входы/выходы.
- Входы/выходы общего назначения.

Установите робота в соответствии 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 ЗАЕМ) 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).



Кнопка аварийного останова позволяет мгновенно остановить любое движение робота. 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.	Ед. измерения
<b>Внутренний источник питания 24 В</b>					
[PWR - GND]	Напряжение	23	24	25	В
[PWR - GND]	Текущий	Категория останова	-	2*	А
<b>Требования к внешнему источнику питания 24 В</b>					
[24V - 0V]	Напряжение	20	24	29	В
[24V - 0V]	Текущий	Категория останова	-	6	А

\*3,5 А для 500 мс или 33% рабочего цикла.

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

Клеммы	Параметр	Мин.	Тип	Макс.	Ед. измерения
<b>Цифровые выходы</b>					
[COx / DOx]	Ток*	Категория останова	-	1	А
[COx / DOx]	Падение напряжения	Категория останова	-	0,5	В
[COx / DOx]	Утечка тока	Категория останова	-	0,1	мА
[COx / DOx]	Функция	-	PNP	-	Тип
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1 А	-	Тип
<b>Цифровые входы</b>					
[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. Настраиваемыми являются входы/выходы, которые могут быть настроены в качестве обычных или безопасных.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

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

## 6.4.2. Входы и выходы системы безопасности

В данном разделе содержится описание специального входа 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 [6.4.1. Общие требования ко всем цифровым входам/выходам на странице 36](#).

Предохранительные устройства и оборудование должны быть установлены в соответствии с инструкциями по безопасности и оценкой риска в главе [2. Безопасность на странице 7](#).

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 устройств защиты

Функциональные отличия приведены ниже.

	Реакция	Категория останова 1.
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 [Часть II Руководство PolyScope на странице 93](#)).



### ВНИМАНИЕ

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.

## Сигналы OSSD

Все сконфигурированные и постоянные входы безопасности проходят фильтрацию, чтобы можно было использовать предохранительные устройства OSSD с длиной 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. Импульсы OSSD на выходах безопасности описаны в части [Часть II Руководство PolyScope на странице 93](#).

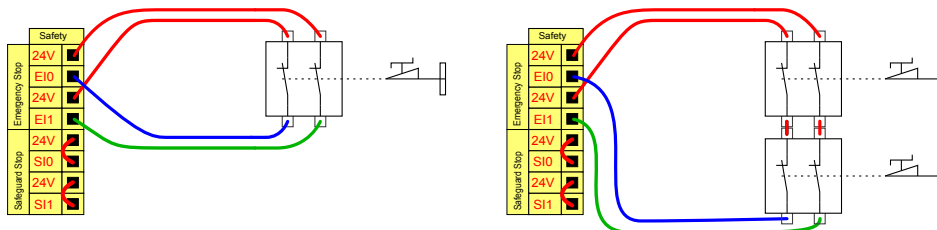
## Конфигурация безопасности по умолчанию

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

	Safety	
Emergency Stop	24V	
	E10	
Emergency Stop	24V	
	E11	
Safeguard Stop	24V	
	SI0	
	SI1	

## 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.

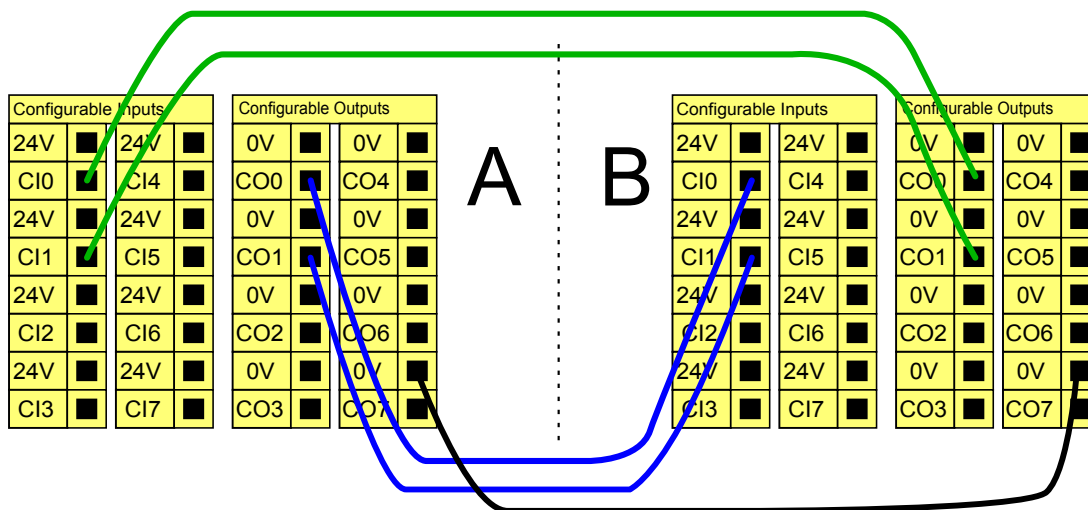


## Совместное использование аварийного останова на нескольких устройствах

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.

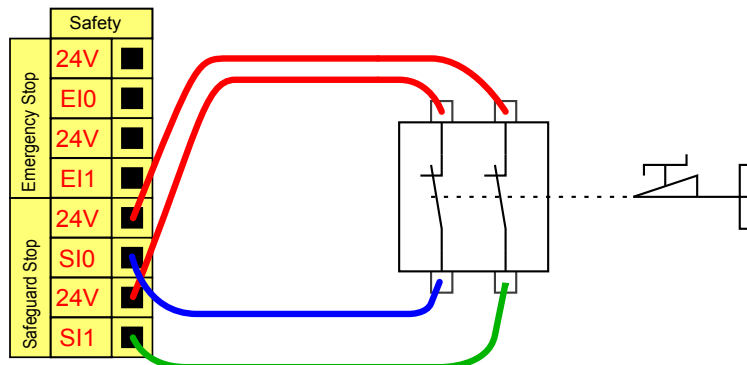
- Пара настраиваемых входов: Внешний аварийный останов.
- Пара настраиваемых выходов: Аварийный останов системы.

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



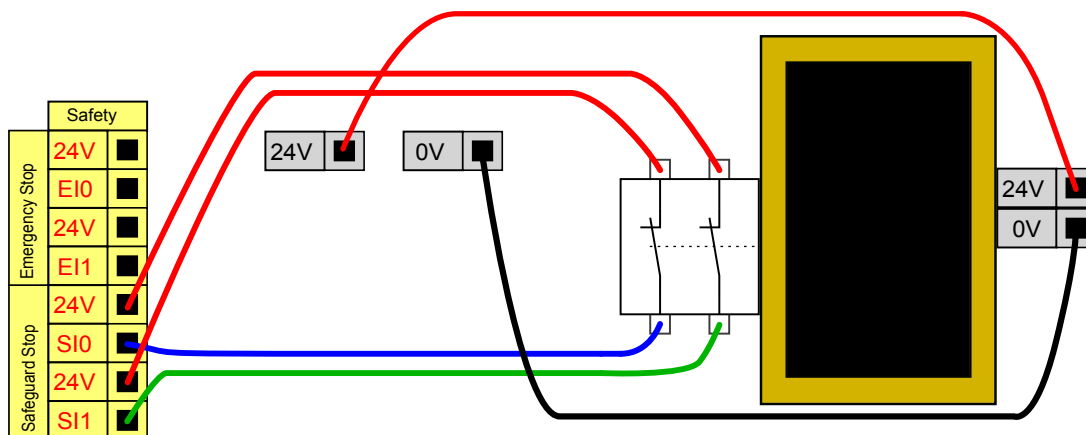
## Предохранительный останов с автоматическим возобновлением работы

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).



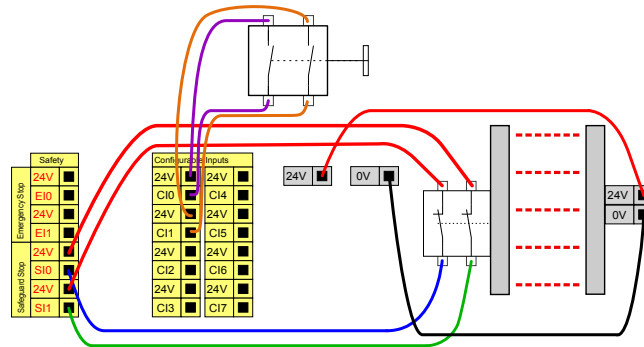
### ВНИМАНИЕ

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 C10-C11 ( см. ниже).



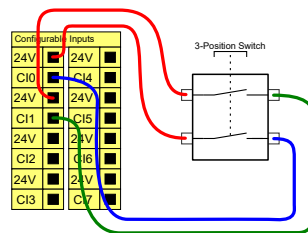
### 3-позиционное устройство включения

На рисунке ниже показан способ подключения трехпозиционного устройства включения. Подробнее о трехпозиционном устройстве включения см. в разделе [20. Выбор рабочего режима на странице 109](#).



#### ПРИМЕЧАНИЕ

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

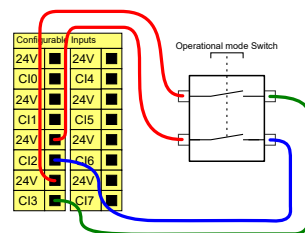


#### ПРИМЕЧАНИЕ

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

### Переключатель режима работы

На рисунке ниже показан переключатель режима работы. Подробнее о режимах работы см. в разделе [20.1. Рабочие режимы на странице 109](#).



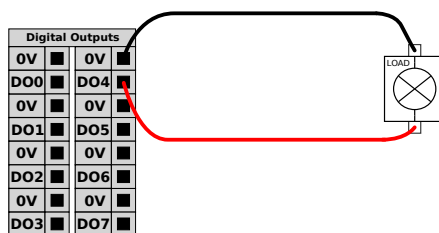
### 6.4.3. Цифровые входы/выходы общего назначения

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 [6.4.1. Общие требования ко всем цифровым входам/выходам на странице 36](#).

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 [Часть II Руководство PolyScore на странице 93](#). 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.

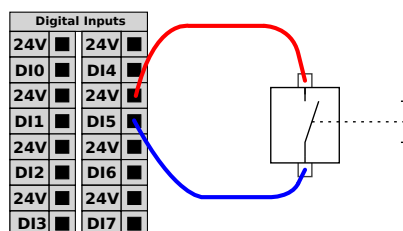
#### Нагрузка с управлением по цифровому выходу

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



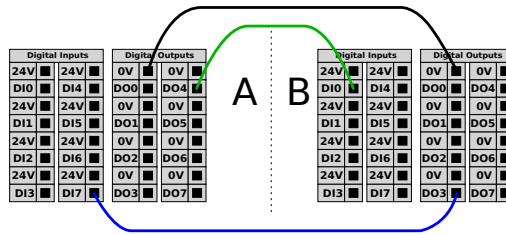
#### 6.4.4. Цифровой вход с подключением кнопки

Данный пример показывает подключение обычной кнопки к цифровому входу.



#### 6.4.5. 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.



### 6.4.6. 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.

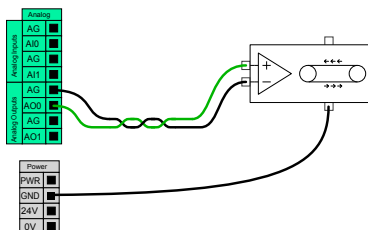
В графическом интерфейсе можно выбрать режим ввода (см. часть [Часть II Руководство PolyScore на странице 93](#)). Электрические требования приведены ниже.

Клеммы	Параметр	Мин.	Тип	Макс.	Ед. измерения
<b>Аналоговый вход в режиме тока</b>					
[AIx - AG]	Текущий	4	-	20	мА
[AIx - AG]	Сопротивление	-	20	-	ом
[AIx - AG]	Разрешение	-	12	-	бит
<b>Аналоговый вход в режиме напряжения</b>					
[AIx - AG]	Напряжение	Категория останова	-	10	В
[AIx - AG]	Сопротивление	-	10	-	кОм
[AIx - AG]	Разрешение	-	12	-	бит
<b>Аналоговый выход в режиме тока</b>					
[AOx - AG]	Текущий	4	-	20	мА

Клеммы	Параметр	Мин.	Тип	Макс.	Ед. измерения
[AOx - AG]	Напряжение	Категория останова	-	24	В
[AOx - AG]	Разрешение	-	12	-	бит
<i>Аналоговый выход в режиме напряжения</i>					
[AOx - AG]	Напряжение	Категория останова	-	10	В
[AOx - AG]	Текущий	-20	-	20	мА
[AOx - AG]	Сопротивление	-	1	-	ом
[AOx - AG]	Разрешение	-	12	-	бит

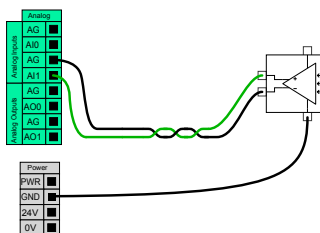
## Использование аналогового выхода

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



## Использование аналогового входа

Данный пример показывает подключение аналогового датчика.



### 6.4.7. 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:

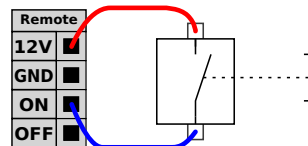
- В случае недоступности подвесного пульта обучения.
- В случае необходимости полного управления системой ПЛК.
- В случае необходимости одновременного включения или отключения нескольких роботов.

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 **питания**. Вход **ВЫКЛ** можно удерживать по мере необходимости. Электрические требования приведены ниже. Кнопка аварийного останова позволяет мгновенно остановить любое движение робота. Используйте программную функцию, чтобы автоматически загружать и запускать программы (см. часть [Часть II Руководство PolyScore на странице 93](#)).

Клеммы	Параметр	Мин.	Тип	Макс.	Ед. измерения
[12V - GND]	Напряжение	10	12	13	В
[12V - GND]	Текущий	-	-	100	мА
[ON / OFF]	Неактивное напряжение	Категория останова	-	0,5	В
[ON / OFF]	Активное напряжение	5	-	12	В
[ON / OFF]	Входной ток	-	1	-	мА
[ON]	Период активации	200	-	600	мс

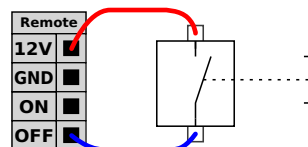
## Кнопка удаленного включения

В данном примере показано соединение кнопки удаленного **включения**.



## Кнопка удаленного выключения

В данном примере показано соединение кнопки удаленного **выключения**.





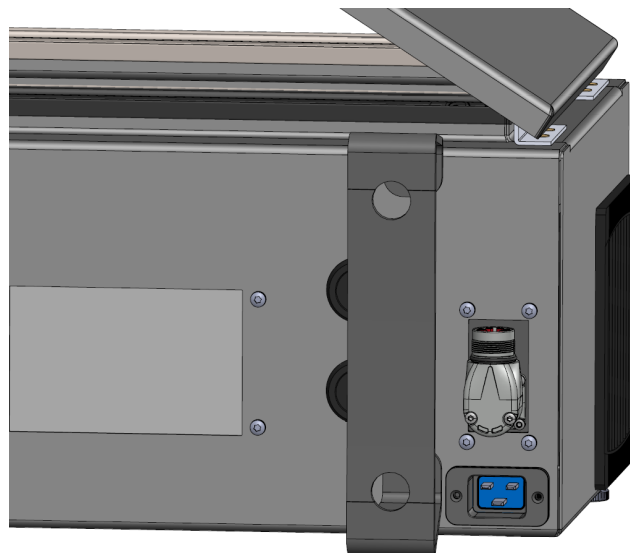
### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

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

## 6.5. 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).



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.	Ед. измерения
Входное напряжение	100	-	240	Напряжение перем. тока
Внешний предохранитель сети (@ 100-200 В)	15	-	16	А

Параметр	Мин.	Тип	Макс.	Ед. измерения
Внешний предохранитель сети (@ 200-265 В)	8	-	16	А
Частота входного сигнала	47	-	440	Гц
Резервное питание	-	-	<1,5	Вт
Номинальная рабочая мощность	90	250	500	Вт


**ВНИМАНИЕ**

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.

## 6.6. 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.

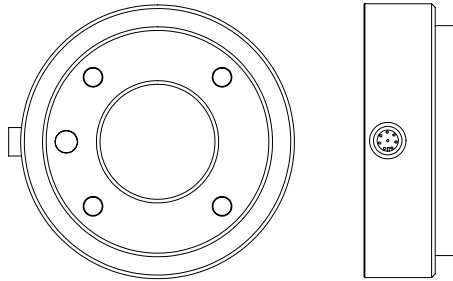


**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

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

## 6.7. 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	Земля
Серый	ПИТАНИЕ	0 В/12 В/24 В
Синий	Т00/ПИТ	Цифровые выходы 0 или 0 В/12 В/24 В
Розовый	Т01/ПИТ	Цифровые выходы 1 или заземление
Желтый	Т10	Цифровые входы 0
Зеленый	Т11	Цифровые входы 1
Белый	А12 / RS485+	Аналоговый вход 2 или RS485+
Коричневый	А13 / RS485-	Аналоговый вход 3 или RS485-

Перейдите к входам и выходам инструмента во вкладке «Установка» (см. часть [Часть II Руководство PolyScope на странице 93](#)), чтобы установить внутренний источник питания на 0 В, 12 В или 24 В. Электрические требования приведены ниже:

Параметр	Мин.	Тип	Макс.	Ед. измерения
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 (один контакт)*	-	1000	2000**	мА
Ток питания (два контакта)*	-	2000	2000	мА
Емкостная нагрузка питания	-	-	8000***	мкФ

\*Для индуктивных нагрузок настоятельно рекомендуется использовать защитный диод. \*\*Пик на макс. 1 с, максимальное число рабочих циклов: 10%. Средний ток на протяжении 10 с не должен превышать типичный ток.

\*\*\*При включении питания инструмента начинается мягкий запуск длиной в 400 мс, позволяющий емкостной нагрузке в 8000 мкФ подключиться к источнику питания инструмента при запуске. Горячее подключение емкостной нагрузки запрещается.



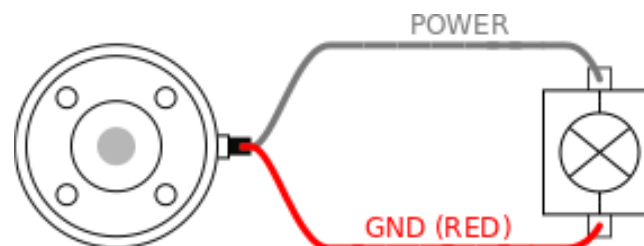
#### ПРИМЕЧАНИЕ

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

### 6.7.1. Источник питания инструмента

### 6.7.2. Электропитание

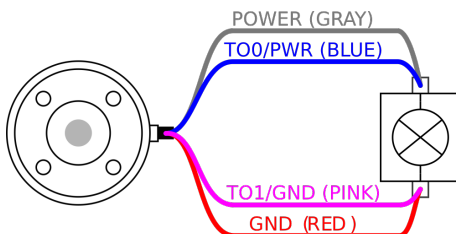
Перейдите к входам и выходам инструмента во вкладке «Установка» (см. часть [Часть II Руководство PolyScope на странице 93](#)), чтобы установить внутренний источник питания на 0 В, 12 В или 24 В.



### 6.7.3. Электропитание на два контакта

В режиме электропитания на два контакта выходную силу тока можно увеличить, как указано в разделе [6.7. Входы и выходы инструмента на предыдущей странице](#), таблица два.

1. В верхнем колонтитуле нажмите пункт **Установка**.
2. Слева в списке нажмите **Общие**.
3. Нажмите **Вход/выход инструмента** и выберите **Питание на два вывода**.
4. Соединить провод питания (серый) с T00 (синим) и провод заземления (red) с T01 (розовым).

**ПРИМЕЧАНИЕ**

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

### 6.7.4. Цифровые выходы инструмента

Цифровые выходы поддерживают три режима:

Режим	Активны	Неактивны
Втекающий ток (NPN)	НИЗ	Открыть
Вытекающий ток (PNP)	ВЫС	Открыть
Двухтактный	ВЫС	НИЗ

Перейдите к входам и выходам инструмента во вкладке «Установка» (см. часть [Часть II Руководство PolyScope на странице 93](#)) для конфигурации выходного режима каждого контакта. Электрические требования приведены ниже:

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

\*Пик на макс. 1 с, максимальное число рабочих циклов: 10%. Средний ток на протяжении 10 с не должен превышать типичный ток.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

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

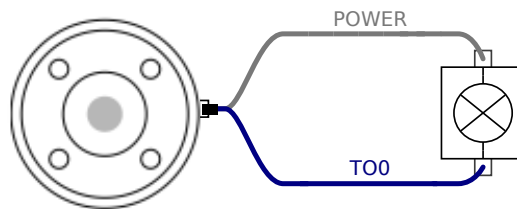


### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

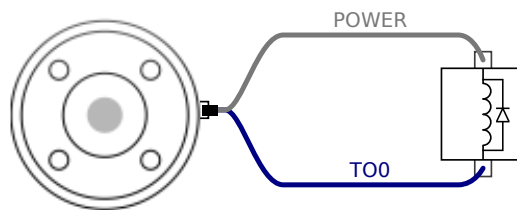
Цифровые выходы в инструменте не имеют ограничения по току. Отклонение от указанных данных может привести к неустранимым повреждениям.

## 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 «Ввод-вывод». Между контактом POWER и кожухом/заземлением всегда есть напряжение, даже если нагрузка выключена.



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



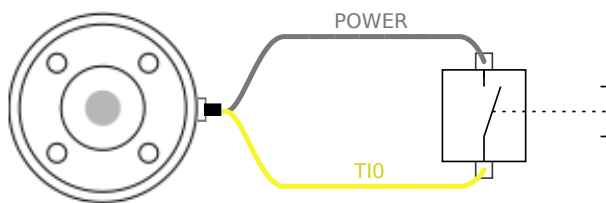
### 6.7.5. Цифровые входы инструмента

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.	Ед. измерения
Входное напряжение	-0,5	-	26	В
Низкий логический уровень напряжения	-	-	2,0	В
Высокий логический уровень напряжения	5,5	-	-	В
Входное сопротивление	-	47k	-	$\Omega$

## Использование цифровых входов инструмента

В данном примере показано соединение обычной кнопки.



### 6.7.6. Аналоговый вход инструмента

Аналоговый вход является недифференциальным и может быть переведен в режим напряжения (0–10 В) или тока (4–20 мА) во вкладке «Ввод-вывод» (см. часть [Часть II Руководство PolyScore на странице 93](#)). Электрические требования приведены ниже.

Параметр	Мин.	Тип	Макс.	Ед. измерения
Входное напряжение в режиме напряжения	-0,5	-	26	В
Входное сопротивление в диапазоне от 0 В до 10 В	-	10,7	-	кΩ
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.



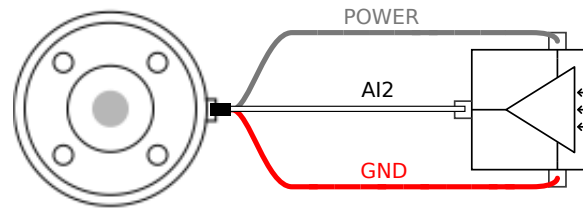
#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

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

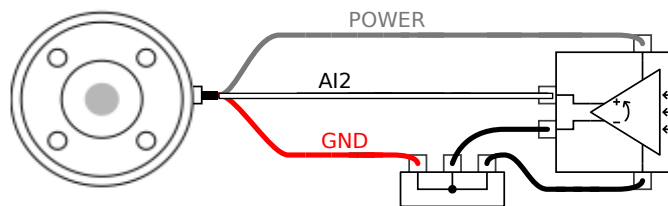
В данном примере показано соединение аналогового датчика с недифференциальным выходом. Выходной сигнал датчика может быть в режиме тока или напряжения, до тех пор пока режима ввода этого аналогового сигнала установлено такое же значение во вкладке «Ввод-вывод».

Кнопка аварийного останова позволяет мгновенно остановить любое движение робота. 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.



#### 6.7.7. 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

# 7. Обслуживание и ремонт

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

Техническое обслуживание, калибровка и ремонт должны выполняться в соответствии с актуальными версиями руководств по обслуживанию, размещенных 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.

## 7.1. 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.



### ВНИМАНИЕ

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

**ВНИМАНИЕ**

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

## 7.2. Чистка

Пыль, грязь, масло на манипулятора робота можно вытереть с помощью ткани и одного из следующих чистящих средств: вода, изопропиловый спирт, 10%-й этиловый спирт или 10%-й бензиновый растворитель. В редких случаях на сочленения можно заметить очень небольшое количество смазки — на работу, использование и срок службы сочленения это не влияет.

В связи с повышенным вниманием к чистке робота UR рекомендует использовать 70%-й изопропиловый спирт (медицинский спирт).

**НЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ОТБЕЛИВАТЕЛЬ.** В разбавленном чистящем растворе запрещается использовать отбеливающие средства.

1. Протрите робота тканью из микроволокна с повышенной круткой с использованием 70%-го изопропилового спирта (медицинский спирт).
2. Оставьте 70%-й изопропиловый спирт на 5 минут на работе, а затем проведите стандартную процедуру очистки.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

The above standard cleaning recommendation is still valid with the addition of the COVID-19 cleaning recommendation.

## 8. Утилизация и окружающая среда

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

Изготовление роботов 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, полиброминированные 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. Импортёры в страны, на которые распространяется действие Европейской директивы WEEE 2012/19/EU, должны самостоятельно выполнить регистрацию в национальном реестре WEEE их стран. Сумма расходов, как правило, составляет менее 1 евро на каждого робота. Список национальных реестров приведен здесь: <https://www.ewrn.org/national-registers>.






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




## 9. Сертификаты

Сторонняя сертификация является добровольной. Однако для обеспечения наилучших возможностей для сборщиков роботов компания Universal Robots сертифицирует роботов в авторитетных испытательных организациях, перечисленных ниже.

Копии сертификатов можно найти в главе [Сертификаты](#)

	TÜV NORD	Безопасность роботов UR Universal Robots e-Series подтверждена TÜV NORD – уполномоченным органом в соответствии с директивой о механическом оборудовании 2006/42/EC в ЕС.
	CHINA RoHS	Роботы Universal Robots e-Series соответствуют методам управления CHINA RoHS, направленным на ограничение загрязнения, вызываемого электронными информационными продуктами.
	KCC (безопасность)	Роботы Universal Robots e-Series прошли оценку и соответствуют стандартам безопасности KCC.
	KC (регистрация)	Роботы Universal Robots e-Series прошли оценку на соответствие требованиям для использования в производственной среде. Это означает, что при использовании робота в домашних условиях существует риск радиопомех.
	Delta	Проверка эффективности роботов Universal Robots e-Series проведена DELTA.

### Сторонняя сертификация поставщиков

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

**Сертификат испытаний, проведенных изготовителем**


Universal  
Robots

Роботы Universal Robots e-Series постоянно подвергаются внутренним испытаниям и процедурам выходного контроля.  
Процедуры испытаний UR постоянно проходят проверку и улучшаются.

**Декларации в соответствии с директивами ЕС**

Декларации ЕС в основном относятся к Европе, однако некоторые страны признают и (или) требуют их наличие. Директивы ЕС можно найти на официальном веб-сайте: <http://eur-lex.europa.eu>.

Роботы Universal Robots e-Series сертифицированы в соответствии со следующими директивами.

2006/42/EC	Директива по машиностроению (MD)	В соответствии с Директивой о механическом оборудовании 2006/42/EC, роботы Universal Robots e-Series представляют собой частично укомплектованное оборудование, и поэтому знак CE не ставится. 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 здесь: (place location here).
2006/95/EC	Директива по низковольтным устройствам (LVD)	В Декларации о соответствии компонентов в приложении В перечислены декларации о соответствии вышеуказанным директивам.
2004/108/EC	Электромагнитная совместимость (EMC)	Знак CE ставится в соответствии с директивами о маркировке знаком CE, приведенными выше. Информацию об отходах электрического и электронного оборудования см. в главе 7.
2011/65/EU	Ограничение по использованию опасных веществ в электрическом и электронном оборудовании (RoHS)	Сведения о стандартах, используемых при разработке робота, см. в приложении С.
2012/19/EU	Отходы электрического и электронного оборудования (WEEE)	

# 10. Гарантии

## 10.1. Гарантия на изделие

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

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 (клиент) 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 клиентом самостоятельно (например, установка, настройка конфигурации, загрузка программного обеспечения). Для предоставления гарантийного обслуживания в качестве доказательства покупки необходимо предъявить чек, на котором указана дата приобретения. Гарантийные претензии необходимо направить в течение двух месяцев с момента обнаружения гарантийной неисправности. Устройства и их компоненты, подлежащие замене и возвращенные в компанию Universal Robots, переходят в собственность компании Universal Robots. Все прочие претензии, возникшие в результате или в связи с использованием устройства, исключаются из действия настоящей гарантии. Положения настоящей гарантии никоим образом не ограничивают и не исключают законные права Клиента, а также ответственность производителя за являющиеся результатом халатности смерть или травмы. 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 клиента оплату предоставленной замены или ремонта. Вышеизложенные положения не вносят изменений в бремя доказательства ущерба, причиненного клиенту. В случае обнаружения дефектов устройства компания Universal Robots не несет ответственности за любые косвенные, непредвиденные или косвенные убытки, убытки, определяемые особыми обстоятельствами, в том числе упущенную выгоду, утрату эксплуатационных качеств, производственные потери или повреждение другого производственного оборудования.

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

**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 круговые движения, чтобы обеспечить плавные траектории движения без резких ускорений.

## 10.2. 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.

# 11. Время и расстояние остановки



## ПРИМЕЧАНИЕ

Возможно установить пользовательское максимальное время и расстояние остановки. См. [3.1. Введение на странице 17](#) и [21.6. Настройки меню безопасности на странице 116](#).

В случае использования пользовательских настроек скорость программы динамически регулируется, чтобы соответствовать выбранным предельным значениям.

Графическое отображение данных, предоставленное для **сочленения 0 (основание)**, **сочленения 1 (плечо)** и **сочленения 2 (локоть)** действительны для расстояния и времени останова:

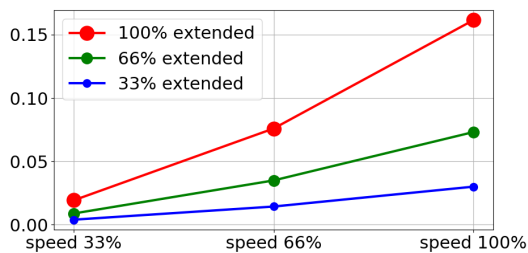
- Категория 0
- Категория 1
- Категория 2

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

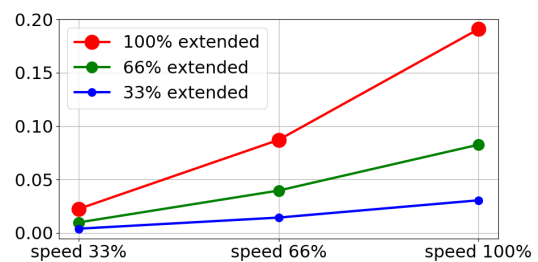
Испытание **сочленения 0** проводилось с использованием горизонтального движения, где ось вращения была перпендикулярна основанию.

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.

### Расстояние останова для сочленения 0 (ОСНОВАНИЕ)

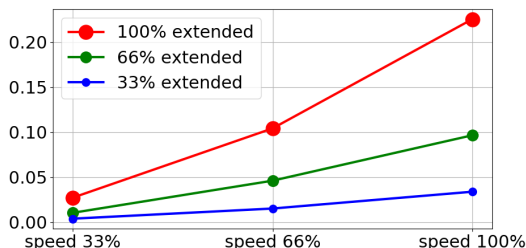


Расстояние останова в метрах при 33% от максимальной полезной нагрузки



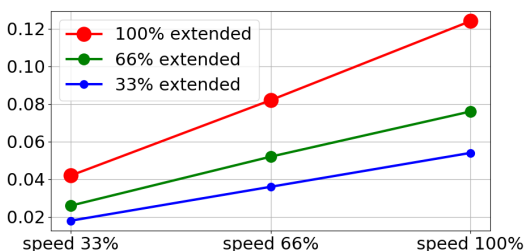
Расстояние останова в метрах при 66% от максимальной полезной нагрузки

**Расстояние останова для сочленения 0 (ОСНОВАНИЕ)**

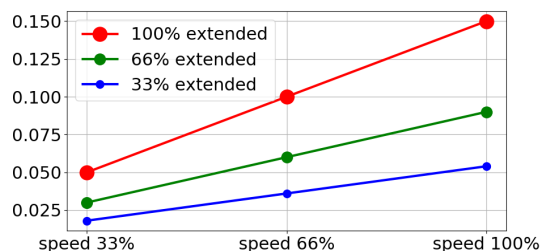


Расстояние останова в метрах при максимальной полезной нагрузке

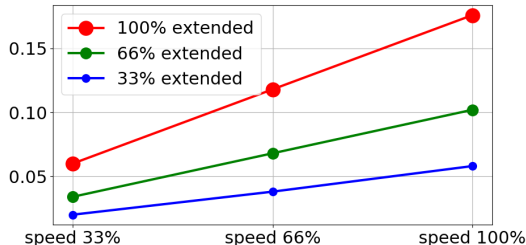
**Время останова для сочленения 0 (ОСНОВАНИЕ)**



Время останова в секундах при 33% от максимальной полезной нагрузки

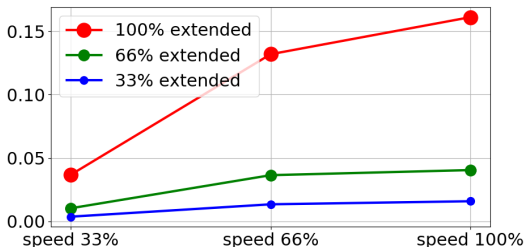


Время останова в секундах при 66% от максимальной полезной нагрузки

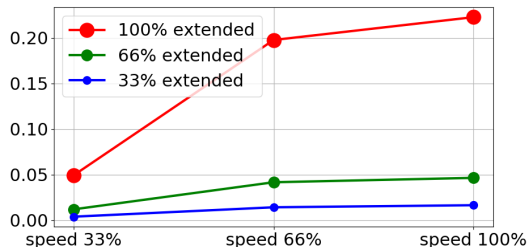


Время останова в секундах при максимальной полезной нагрузке

**Расстояние останова для сочленения 1 (ПЛЕЧО)**

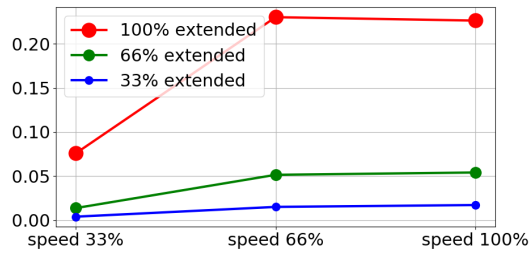


Расстояние останова в метрах при 33% от максимальной полезной нагрузки



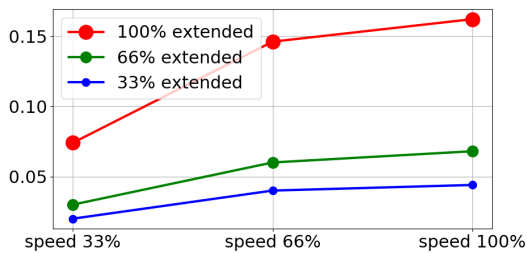
Расстояние останова в метрах при 66% от максимальной полезной нагрузки

Расстояние останова для сочленения 1 (ПЛЕЧО)

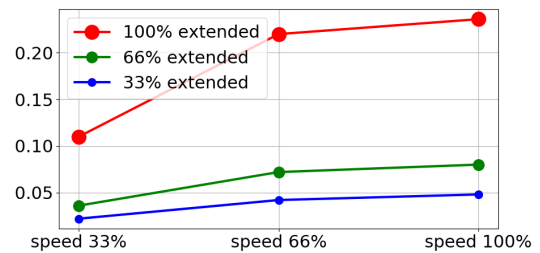


Расстояние останова в метрах при максимальной полезной нагрузке

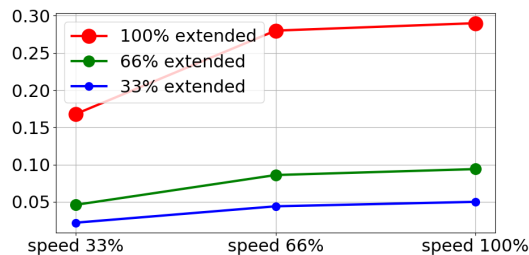
Время останова для сочленения 1 (ПЛЕЧО)



Время останова в секундах при 33% от максимальной полезной нагрузки

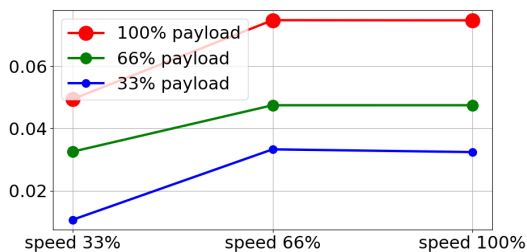


Время останова в секундах при 66% от максимальной полезной нагрузки

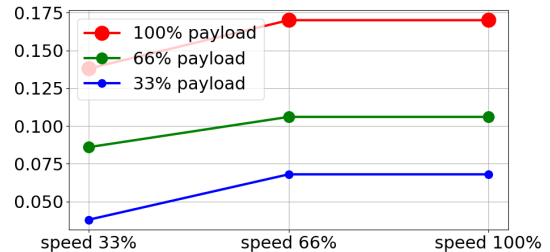


Время останова в секундах при максимальной полезной нагрузке

Расстояние и время останова для сочленения 2 (ЛОКОТЬ)



Расстояние останова в метрах при любой полезной нагрузке



Время останова в секундах при любой полезной нагрузке

## 12. Декларации и сертификаты

Декларация ЕС о соответствии компонентов согласно ISO/IEC 17050-1:2010	
Изготовитель	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Дания
Лицо в Сообществе, уполномоченное составлять технический файл	Дэвид Брандт (David Brandt) Технический руководитель, отдел исследований и разработок Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
Описание и определение частично укомплектованного оборудования Изделие и функция	Промышленный робот (многоосный манипулятор с контроллером и подвесным пультом обучения). Функция зависит от укомплектованного оборудования (с концевым исполнительным органом и предусмотренным применением).
Модель	UR3e, UR5e, UR10e, UR16e (e-Series)
Серийный номер	Начиная с 20195000000 и выше – действует с 17 августа 2019 г.
Внедрение:	Роботы Universal Robots UR3e, UR5e, UR10e и UR16e могут быть введены 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/ЕС	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 В 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.



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

IV Директива RoHS 2011/65/EU	См. директиву RoHS 2011/65/EU.
V Директива WEEE 2012/19/EU.	См. директиву WEEE 2012/19/EU.
См. используемые согласованные стандарты, указанные в пункте 7(2) директив о механическом и низковольтном оборудовании и пункте 6 директивы по ЭМС	(I) EN ISO 10218-1:2011 TUV Nord Cert. 4470814097607
	(I) EN ISO 13849-1:2015 TUV Nord Cert. 4420714097610
	(I) EN ISO 13732-1:2008, (I) EN 1037:1995+A1:2008 (I) EN ISO 13849-2:2012, (I) EN ISO 13850:2015
	(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

Ссылка на прочие использованные технические стандарты и спецификации	(I) ISO/TS 15066 при соответствующих условиях
	(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 (класс 6 для чистых помещений для узла управления с корпусом и класс 5 для манипуляторов UR3e, UR5e, UR10e и UR16e)
	(III) IEC 60068-2-1:2007, (III) IEC 60068-2-2:2007 (III) IEC 60068-2-27:2008, (III) IEC 60068-2-64:2008

Изготовитель или его уполномоченный представитель должен передать соответствующую информацию о частично укомплектованном оборудовании в ответ на обоснованный запрос государственных органов.  
Утверждение полной системы обеспечения качества (ISO 9001) уполномоченным органом: Bureau Veritas, сертификат #DK008850

Odense Denmark, 17 August 2019

Name:

Position/ Title

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark  
CVR-nr. 29 13 80 60

Roberta Nelson Shea  
Global Technical Compliance Officer

Phone +45 8993 8989  
Fax +45 3879 8989

info@universal-robots.com  
www.universal-robots.com

# 13. Сертификаты

TÜV NORD



# ZERTIFIKAT CERTIFICATE

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

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

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

Fertigungsstätte:  
*Manufacturing plant:* **Universal Robots A/S**  
**Energivej 25**  
**DK-5260 Odense S**  
**Denmark**

Beschreibung des Produktes  
*(Details s. Anlage 1)* **Universal Robots Safety System G5**  
*Description of product* **for UR10e, UR5e and UR3e robots**  
*(Details see Annex 1)*

Geprüft nach:  
*Tested in accordance with:* **EN ISO 13849-1:2015, Cat.3, PL d**

Registrier-Nr. / *Registered No.* 44 207 14097610  
Prüfbericht Nr. / *Test Report No.* 3520 1327 / 3522 2247  
Aktenzeichen / *File reference* 8000484576

Gültigkeit / *Validity*  
von / *from* 2018-05-14  
bis / *until* 2023-05-13

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

Essen, 2018-05-14

TÜV NORD CERT GmbH    Langemarckstraße 20    45141 Essen    [www.tuev-nord-cert.de](http://www.tuev-nord-cert.de)    [technology@tuev-nord.de](mailto:technology@tuev-nord.de)

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





# ZERTIFIKAT CERTIFICATE

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

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

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

Fertigungsstätte  
*Manufacturing plant*

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

Beschreibung des Produktes  
 (Details s. Anlage 1)  
*Description of product*  
 (Details see Annex 1)

**Industrial robot UR10e, UR5e and UR3e**



Geprüft nach  
*Tested in accordance with*

**EN ISO 10218-1:2011**

Registrier-Nr. / *Registered No.* 44 780 14097607  
 Prüfbericht Nr. / *Test Report No.* 3520 4429, 3522 2109  
 Aktenzeichen / *File reference* 8000484576

Gültigkeit / *Validity*  
 von / *from* 2018-05-14  
 bis / *until* 2023-05-13

  
 Zertifizierungsstelle der  
 TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2018-05-14

TÜV NORD CERT GmbH    Langemarckstraße 20    45141 Essen    [www.tuev-nord-cert.de](http://www.tuev-nord-cert.de)    [technology@tuev-nord.de](mailto:technology@tuev-nord.de)

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

**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	<b>X</b>	<b>O</b>	<b>X</b>	<b>O</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<p>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。</p> <p>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。</p> <p>(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。)</p> <p>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</p> <p>Refer to product manual for detailed conditions of use. 详细使用情况请阅读产品手册。</p> <p>Universal Robots encourages that all Electronic Information Products be recycled but does not assume responsibility or liability. Universal Robots 鼓励回收再利用所有的电子信息产品,但 Universal Robots 不负任何责任或义务</p>						

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 ©2009–2020 - Universal Robots A/S. Все права защищены.

KCC Safety

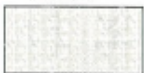


**자율안전확인 신고증명서**

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)	UR10e	용량(등급)	6 axis	
자율안전확인번호	18-AB2EQ-01602			
제조사	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 ©2009-2020 - Universal Robots A/S. Все права защищены.

KC Registration

8ED6-B666-998D-8738

방송통신기자재등의 적합등록 필증 Registration of Broadcasting and Communication Equipments	
상호 또는 성명 <small>Trade Name or Registrant</small>	Universal Robots A/S
기자재명칭(제품명칭) <small>Equipment Name</small>	UR e-Series robot
기본모델명 <small>Basic Model Number</small>	UR10e
파생모델명 <small>Series Model Number</small>	
등록번호 <small>Registration No.</small>	R-R-URK-UR10e
제조사/제조(조립)국가 <small>Manufacturer/Country of Origin</small>	Universal Robots A/S / 덴마크
등록연월일 <small>Date of Registration</small>	2018-10-23
기타 <small>Others</small>	
위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다. It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.	
2018년(Year) 10월(Month) 23일(Day)	
 국립전파연구원장 Director General of National Radio Research Agency	
※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시" 를 부착하여 유통하여야 합니다. 위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.	

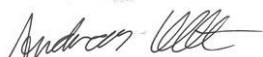
Авторское право ©2009-2020 - Universal Robots A/S. Все права защищены.



## Сертификат климатических испытаний

### Climatic and mechanical assessment



<b>Client</b> Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	<b>Force Technology project no.</b> 117-32120
<b>Product identification</b> 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.	
<b>Force Technology report(s)</b> DELTA project no. 117-28266, DANAK-19/18069 DELTA project no. 117-28086, DANAK-19/17068	
<b>Other document(s)</b>	
<b>Conclusion</b> 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 g <sup>2</sup> /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	
<b>Date</b>  Hørsholm, 25 August 2017	<b>Assessor</b>  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



## Сертификат испытаний на ЭМС



# 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

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.

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

Hørsholm, 15 August 2017



Michael Nielsen  
Specialist, Product Compliance

20aocctest-uk-j

# 14. Применимые стандарты

В данном разделе описаны соответствующие стандарты, использованные в процессе разработки манипулятора робота и блока управления. Если номер директивы ЕС 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	Технические характеристики
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 [PLd]**

**ISO 13849-1:2015 [PLd]**

**ISO 13849-2:2012**

**EN ISO 13849-1:2008 (E) [PLd – 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 (PLd).

**ISO 13850:2006 [останов категории 1]**

**ISO 13850:2015 [останов категории 1]**

**EN ISO 13850:2008 (E) [останов категории 1 – 2006/42/EC]**

**EN ISO 13850:2015 [останов категории 1 – 2006/42/EC]**

*Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design*

В соответствии с требованиями данного стандарта функция аварийного останова разработана в качестве останова категории 1. Останов категории 1 представляет собой контролируемый останов, который осуществляется с помощью питания электродвигателей для останова с последующим отключением питания после останова.

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

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

Оценка роботов UR произведена в соответствии с принципами данного стандарта.

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

*Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots*

*Part 1: Robots*

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

### **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, а не для 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, а не для 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]**

*Электромагнитная совместимость (EMC)*

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

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

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

**IEC 61326-3-1:2008**  
**EN 61326-3-1:2008**

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

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

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

**IEC 61131-2:2007 (E)**  
**EN 61131-2:2007 [2004/108/EC]**

*Programmable controllers*

*Part 2: Equipment requirements and tests*

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

**ISO 14118:2000 (E)**  
**EN 1037/A1:2008 [2006/42/EC]**

*Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up*

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

**IEC 60947-5-5/A1:2005**  
**EN 60947-5-5/A11:2013 [2006/42/EC]**

*Low-voltage switchgear and controlgear*

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

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

**IEC 60529:2013**  
**EN 60529/A2:2013**

*Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

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

**IEC 60320-1/A1:2007**  
**IEC 60320-1:2015**  
**EN 60320-1/A1:2007 [2006/95/EC]**  
**EN 60320-1:2015**

*Appliance couplers for household and similar general purposes*

*Part 1: General requirements*

Силовой кабель соответствует данному стандарту.

**ISO 9409-1:2004 [Тип 50-4-M6]**

*Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces*

*Part 1: Plates*

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

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

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

*Part 1: Hot surfaces*

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

**IEC 61140/A1:2004**  
**EN 61140/A1:2006 [2006/95/EC]**

*Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

Конструкция роботов UR соответствует требованиям данного стандарта и обеспечивает защиту от поражения электрическим током. Подключение к защитному заземлению является обязательным в соответствии со следующим: [Часть I Руководство по установке оборудования на странице 5](#).

**IEC 60068-2-1:2007**  
**IEC 60068-2-2:2007**  
**IEC 60068-2-27:2008**  
**IEC 60068-2-64:2008**  
**EN 60068-2-1:2007**  
**EN 60068-2-2:2007**  
**EN 60068-2-27:2009**  
**EN 60068-2-64:2008**

*Environmental testing*

*Part 2-1: Tests - Test A: Cold*

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

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

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

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

**IEC 61784-3:2010**  
**EN 61784-3:2010 [SIL 2]**

*Industrial communication networks – Profiles*

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

В данных стандартах содержатся требования к безопасным шинам обмена данными.

**IEC 61784-3:2010**  
**EN 61784-3:2010 [SIL 2]**

*Safety of machinery – Electrical equipment of machines*

*Part 1: General requirements*

Применены общие принципы данных стандартов.

**IEC 60664-1:2007**

**IEC 60664-5:2007**

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

**EN 60664-5:2007**

*Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*

*Part 1: Principles, requirements and tests*

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

Электрическое оборудование роботов UR разработано в соответствии с данным стандартом.

**EUROMAP 67:2015, V1.11**

*Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot*

Роботы оборудованы блоком для подключения дополнительных устройств E67 для обмена данными с литейными машинами, соответствующими требованиям данного стандарта.

# 15. Технические характеристики

Тип робота	UR10e
Вес	33.3 kg / 73.5 lb
Максимальная полезная нагрузка	10 кг / 22 фунта (5.4. Максимальная разрешенная полезная нагрузка на странице 31)
Охват	1300 мм / 51,2 дюйма
Диапазоны сочленений	± 360 ° для всех сочленений
Speed	Основание и плечевое сочленение: максимум 120 °/с. Все другие сочленения: максимум 180 °/с. Tool: Approx. 1 м/с / Approx. 39,4 дюйма/с.
System Update Frequency	500 Hz
Точность силомоментного датчика	5.5 N
Стабильность позиционирования	± 0,05 мм / ± 0,0019 дюйма (1,9 мила) согласно ISO 9283
Площадь у основания	190 мм / 7,5 дюйма
Степени свободы	6 rotating joints
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 digital in, 16 digital out, 2 analog in, 2 analog out
Порты ввода-вывода инструмента	2 цифровых входа, 2 цифровых выхода, 2 аналоговых входа
Связь инструмента	RS
Ввод/вывод питания инструмента	12 В/24 В; 2 А (два контакта), 1 А (один контакт)
Ввод/вывод питания	24 V 2 A in Control Box
Обмен данными	TCP/IP 1000 Mbit: IEEE 802.3ab, 1000BASE-T Ethernet socket, MODBUS TCP & EtherNet/IP Adapter, Profinet
Программирование	PolyScope graphical user interface on 12" touchscreen
Шумность	Манипулятор: менее 65 дБА. Блок управления: менее 50 дБА
Классификация степени защиты	IP54
Классификация для чистых комнат	Манипулятор робота: класс 5 ISO. Блок управления: класс 6 ISO
Максимальная средняя мощность	615 Вт



Энергопотребление	Approx. 350 W using a typical program
Совместная работа	17 advanced safety functions. In compliance with: EN ISO 13849-1:2008, PLd, Cat.3 and EN ISO 10218-1:2011, clause 5.10.5
Материалы	Aluminium, PP plastic
Температура	The robot can work in an ambient temperature range of 0-50 °C
Источник питания	100–240 В перем. тока, , 47–440 Гц
Cabling	Cable between robot and Control Box (6 m / 236 in) Cable between touchscreen and Control Box (4.5 m / 177 in)

# 16. Таблицы функций безопасности

## 16.1. Table 1



**ПРИМЕЧАНИЕ**

Приведенные в этой главе таблицы функций безопасности упрощены. Полные версии можно найти здесь: <https://www.universal-robots.com/support>.

Universal Robots 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. All safety functions are individual safety functions.



**ВНИМАНИЕ**

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# and Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	Affects
SF1 1,2,3,4 Emergency Stop (according to ISO 13850)	Pressing the Estop PB on the pendant1 or the External Estop (if using the Estop Safety Input) results in a Cat 1 stop with power removed from the robot actuators and the tool I/O. Command1 all joints to stop and upon all joints coming to a monitored standstill state, power is removed. See Stop Time and Stop Distance Safety Functions. ONLY USE FOR EMERGENCY PURPOSES, not safeguarding.	Category 1 stop (IEC 60204-1)	-	1.30E-07	Robot including robot tool I/O



SF# and Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	Affects
SF2 Safeguard Stop4 (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 <sup>3</sup> . The tool I/O are unaffected by the safeguard stop. Various configurations are provided. If an enabling device is connected, it is possible to configure the safeguard stop to function in automatic mode ONLY. See the Stop Time and Stop Distance Safety Functions <sup>4</sup> . 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
SF3 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 and 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)
SF4 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)

Авторское право ©2009–2020 - Universal Robots A/S. Все права защищены.

SF# and Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	Affects
Joint Torque Limit	Exceeding the internal joint torque limit (each joint) results in a Cat 0 stop3. 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.	-	-	-	-
SF5 Called various names: Pose Limit, Tool Limit, 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. Will not allow motion to exceed any limit settings.	3 ° 40 mm	1.20E-07	TCP Tool flange Elbow
SF6 Speed Limit TCP & Elbow	Monitors the TCP and elbow speed to prevent exceeding a speed limit.		50 mm/s	1.20E-07	TCP

Авторское право ©2009–2020 - Universal Robots A/S. Все права защищены.

SF# and Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	Affects
SF7 Force Limit (TCP)	<p>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 &amp; 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.</p>	<p>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. Will not allow motion to exceed any limit settings.</p>	25N	1.50E-07	TCP
SF8 Momentum Limit	<p>The momentum limit is very useful for limiting transient impacts. The Momentum Limit affects the entire robot.</p>		3 kg m/s	1.20E-07	Robot
SF9 Power Limit	<p>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.</p>	<p>Dynamic limiting of the current/torque</p>	10 W	1.50E-07	Robot

SF# and Safety Function	Description	PFHd	Affects
SF10 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). 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 and/or equipment
SF11 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 and/or equipment
SF12 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 and/or equipment
SF13 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
SF14 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

SF# and Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	Affects
SF15 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
SF16 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
SF17 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-07	External connection to logic and/or equipment

Safety Function	Description	PFHd	Affects
Reduced Mode SF settings change	<p>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).</p> <p>When the external connections are Low, Reduced Mode is initiated. Reduced Mode means that ALL reduced mode limits are ACTIVE.</p> <p>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.</p>	PFHd is either 1.20E-07 or 1.50E-07	Robot depending on the safety function
Safeguard Reset	<p>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.</p>	Input to SF2 (See SF2)	Robot
3 Position Enabling Device INPUT	<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “run mode”, the enabling device will not be active.</li> <li>• “programming mode”, the enabling device will be active.</li> </ul> <p>It is possible to use password protection for changing the mode by the User Interface.</p>	Input to SF2 (See SF2 safeguard stop)	Robot
Mode switch INPUT	<p>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.</p>	Input to SF2 (See SF2 safeguard stop)	Robot

# 17. Table 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	<p>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.</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• an Emergency Stop pushbutton</li> <li>• a 3-position enabling device</li> <li>• a safety-rated monitored stop function</li> <li>• a settable safety-rated monitored speed function</li> </ul>	<p>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.</p> <p>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.</p>
2	Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.3	Hand-guiding		

#	ISO 10218-1	Technique	Explanation	UR e-Series
3	Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.4	Speed and separation monitoring (SSM) safety functions	<p>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. Usually, this is accomplished using Sensitive Protective Equipment (SPE), where typically a safety laser scanner detects intrusion(s) towards the robot system.</p> <p>This SPE causes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>dynamic changing of the parameters for the limiting safety functions; or</li> <li>a safety-rated monitored stop condition.</li> </ol> <p>Upon detection of the intrusion exiting the protective device's detection zone, the robot is permitted to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>resume the "higher" normal safety function limits in the case of 1) above</li> <li>resume operation in the case of 2) above</li> </ol> <p>In the case of 2) 2), restarting operation after a safety -rated monitored stop, see ISO 10218-2 and ISO/TS 15066 for requirements.</p>	<p>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.</p>

#	ISO 10218-1	Technique	Explanation	UR e-Series
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 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).

# Часть II

## Руководство PolyScope

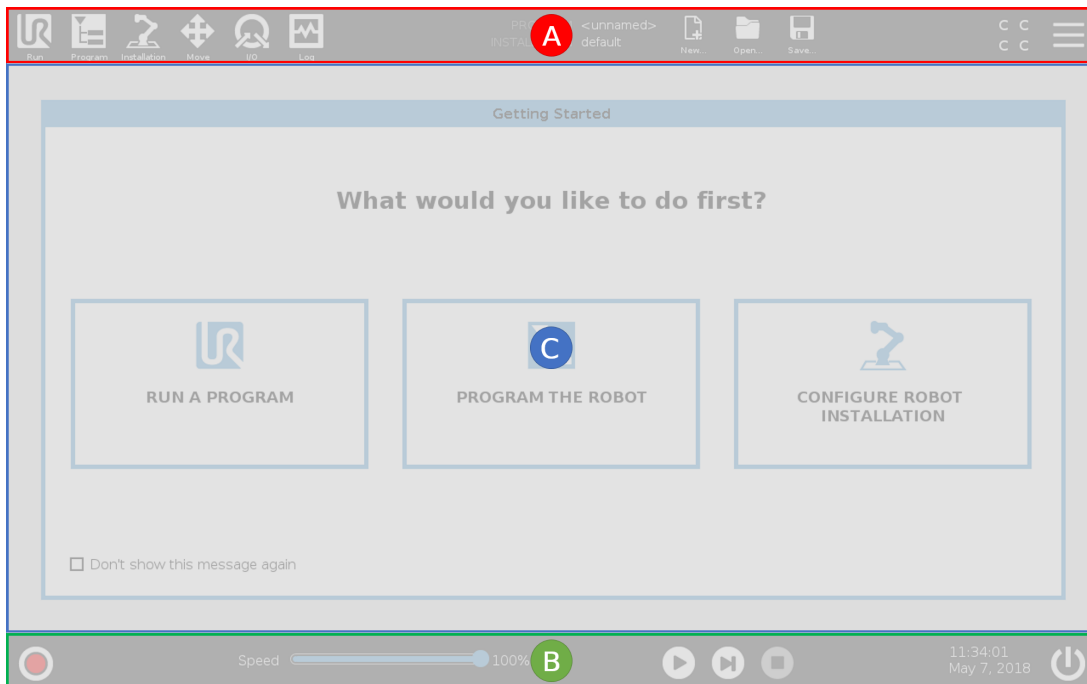


# 18. Введение

## 18.1. Базовые знания о PolyScore

PolyScore представляет собой графический интерфейс пользователя (GUI) на **подвесном пульте обучения**, позволяющий управлять манипулятором робота и блоком управления, а также выполнять программы.

- A — **верхний колонтитул** со вкладками и значками, открывающими интерактивные окна.
- B — **нижний колонтитул** с кнопками для управления загруженными программами.
- C — **окно** с полями для администрирования и контроля действия робота.



Примечание. Во время запуска может появиться диалоговое окно «Невозможно продолжить». Чтобы включить робота, необходимо выбрать пункт **Перейти к экрану инициализации**.

## 18.2. Значки и 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.



**Переместить** контролирует и (или) регулирует движение робота.



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



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



**Менеджер программ и установок** выбирает и отображает активную программу и установку (см. [28.4. Диспетчер файлов на странице 253](#)). Примечание. «Путь файла», «Создать», «Открыть» и «Сохранить» составляют «Менеджер программ и установок».



**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 его для перехода в ручную среду.



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

Примечание. Значки местного и дистанционного режимов доступны только в том случае, если включено дистанционное управление.



Значок **местного управления** указывает на то, что роботом можно управлять в местном режиме. Нажмите его для перехода на дистанционное управление. Для доступа к значку «Местное управление» должен быть задан пароль.



Значок **дистанционного управления** указывает на то, что роботом можно управлять в дистанционном режиме. Нажмите его для перехода на местное управление.



**Контрольная сумма** показывает активную конфигурацию безопасности.



**Меню «Гамбургер»** открывает доступ к разделам PolyScore «Справка», «О программе» и «Настройки».

## 18.3. Кнопки нижнего колонтитула



**Инициализировать** администрирует состояние робота. Если значок **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.

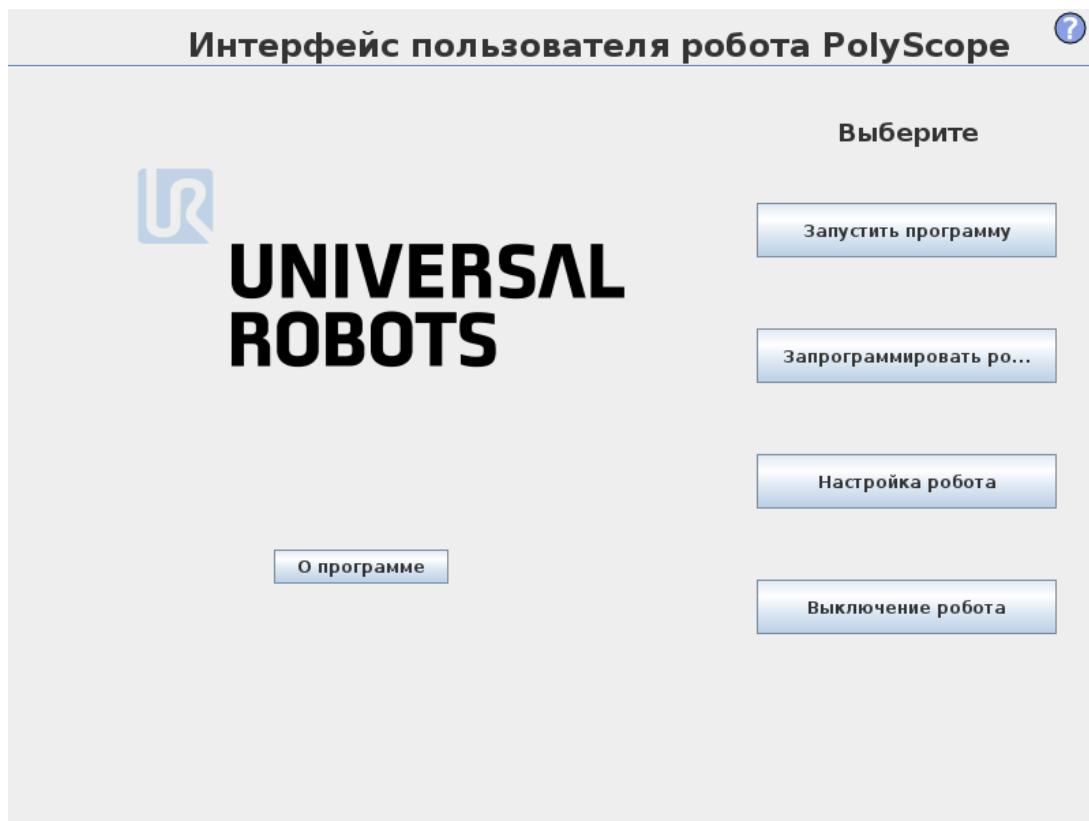


**Шаг** позволяет обрабатывать программу пошагово.



**Остановить** останавливает программу, загруженную на робота в данный момент.

## 18.4. Экран «Начало работы»



Запустить программу, запрограммировать робота или сконфигурировать установку робота.

# 19. Краткое руководство

## 19.1. Базовые знания о манипуляторе робота

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

### Основание

- на нем робот смонтирован.

### 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. Внимательно прочитать информацию о безопасности, приведенную в разделе Руководство по установке оборудования.
2. Задать параметры конфигурации безопасности, определенные на основании оценки рисков (см. главу 21. [Конфигурация безопасности на странице 113](#)).

## 19.2. Установка манипулятора робота и блока управления

PolyScore можно использовать после включения манипулятора робота и блока управления.

1. Извлеките **манипулятор робота** и **блок управления** из упаковки.
2. Смонтируйте манипулятор робота на прочной поверхности, способной выдержать момент не менее чем в 10 раз превышающий максимальный крутящий момент основания и вес, не менее чем в 5 раз превышающий вес манипулятора робота. Поверхность монтажа должна быть безвибрационной.
3. Поместите **блок управления** на **опору** робота.
4. Подсоедините кабель к роботу и блоку управления.
5. Подключите блок управления к сетевому штепселю.

**ВНИМАНИЕ**

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

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

## 19.3. Включение и выключение блока управления

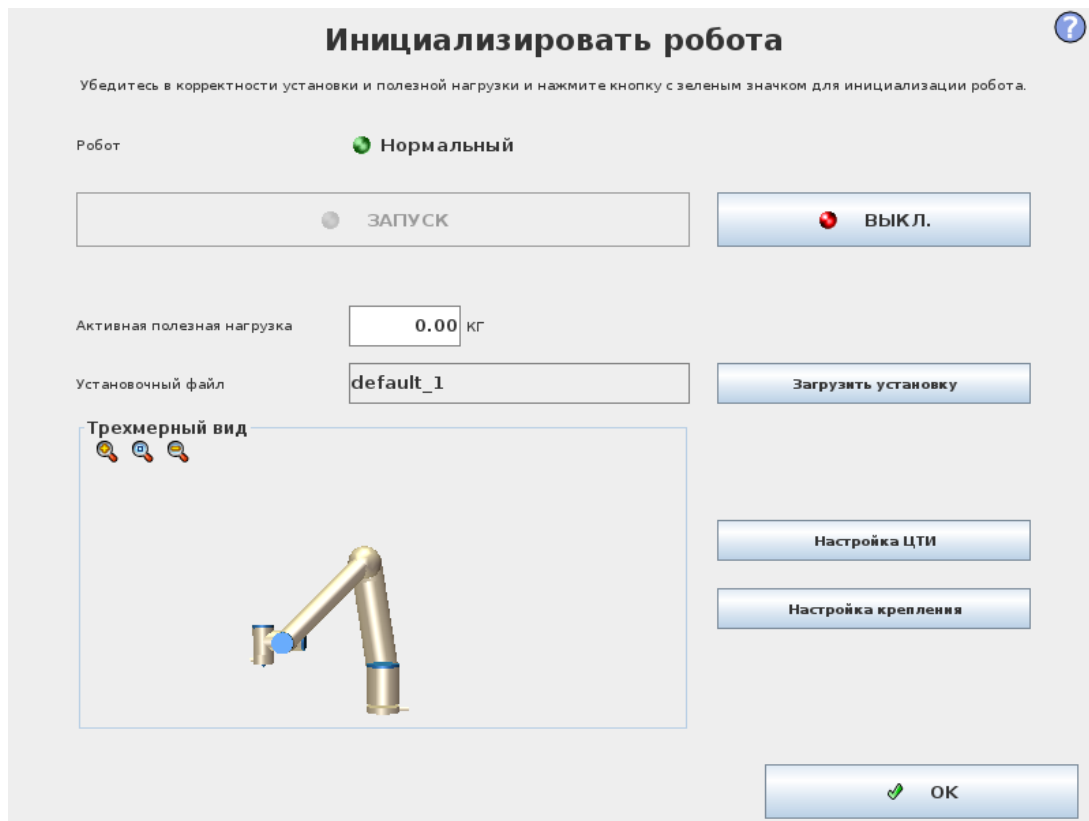
Блок управления в основном содержит физические электрические входы/выходы, соединяющие манипулятор робота, подвесной пульт обучения и периферийное оборудование. Чтобы обеспечить подачу питания на манипулятор робота, необходимо включить блок управления.

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 «Невозможно продолжить», выберите **Перейти к экрану инициализации** – откроется экран инициализации робота.

## 19.4. 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.

## 19.5. Инициализация манипулятора робота



### ВНИМАНИЕ

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.



### 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 «ОК» с зеленым светодиодным индикатором, чтобы начать процесс инициализации. Цвет индикатора сменится на желтый, что указывает на то, что питание включено, а манипулятор робота находится в состоянии **бездействия**.

2. Нажмите кнопку «ЗАПУСК», чтобы отпустить тормоза.
3. Нажмите кнопку «ВЫКЛ» с красным светодиодом, чтобы отключить манипулятор робота.
  - После запуска PolyScore необходимо один раз нажать кнопку «ВКЛ» для включения питания манипулятора робота. Затем состояние изменится на желтое, что указывает на то, что питание включено, а манипулятор робота находится в состоянии **бездействия**.
  - Чтобы привести в действие манипулятор робота, находящийся в состоянии **бездействия**, нажмите кнопку «ЗАПУСК». 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 «ЗАПУСК» приводит к отпуску тормозов всех сочленений и манипулятор робота становится доступным для работы.

## 19.6. Быстрый запуск системы

Перед использованием PolyScore необходимо правильно установить манипулятор робота и блок управления.

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 **PolyScore**.
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** — откроется 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** нажмите кнопку **ВКЛ** и дождитесь изменения состояния робота на **Бездействие**.
8. Проверьте массу полезной нагрузки в разделе «Активная полезная нагрузка» 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 странице Universal Robots Academy по адресу [www.universal-robots.com/academy/](http://www.universal-robots.com/academy/)

## 19.7. Свободный привод





Свободный привод позволяет вручную перемещать манипулятор робота в нужное положение. По мере того как манипулятор робота в режиме свободного привода достигает заданного предела или плоскости (см. [21.11. Плоскости на странице 120](#)), сопротивление увеличивается.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Индикатор в строке состояния на панели «Свободный привод» показывает:

- Когда одно или несколько сочленений приближаются к своим пределам.
- Когда положение манипулятора приближается к особой точке. По мере приближения робота к особой точке повышается сопротивление, из-за чего движение усложняется.

Можно зафиксировать одну или несколько осей – тогда ЦТИ сможет перемещаться в определенном направлении (см. таблицу ниже).

 <p>Все оси свободны</p>	Перемещение разрешено по всем осям.
 <p>Плоскость</p>	Перемещение разрешено только по осям X и Y.
 <p>Перемещение</p>	Разрешено перемещение по всем осям без вращения.
 <p>Поворот</p>	Разрешено перемещение по всем осям со сферическим вращением вокруг ЦТИ.

**ВНИМАНИЕ**

При перемещении манипулятора робота по некоторым осям с прикрепленным инструментом могут появляться зоны защемления.

Режим свободного привода можно включить следующими способами:

- С помощью кнопки свободного привода.
- С помощью кнопки свободного привода на экране вкладки «Перемещение» (см. [25.2.4. Свободный привод на странице 236](#)).
- С помощью «Действий входов/выходов» (см. ).

**ВНИМАНИЕ**

- Не включайте свободный привод, когда вы толкаете робота или касаетесь его: это может привести к смещению манипулятора.
- Не переключайте оси при движении робота в режиме свободного привода: это может вызвать смещение манипулятора.

### 19.7.1. Использование кнопки свободного привода

1. Нажмите и удерживайте зажатой кнопку **свободного привода** на **подвесном пульте обучения**.
2. Когда появится панель свободного привода, выберите нужный тип движения для суставов манипулятора. Чтобы настроить тип движения, можно использовать список осей.
3. При необходимости можно определить тип функции – выберите нужный вариант в раскрывающемся списке «Объект».  
Если манипулятор приближается к сценарию особой точки, он может перестать двигаться. Чтобы возобновить движение, нажмите **Все оси свободны** на панели свободного привода.
4. Переместите манипулятор робота в нужное положение.

### 19.7.2. Использование кнопки свободного привода на экране вкладки «Перемещение»

1. В верхнем колонтитуле нажмите пункт **Перемещение**.
2. На панели «Робот» нажмите **Свободный привод**.
3. Когда появится панель свободного привода, выберите нужный тип движения для суставов манипулятора. Чтобы настроить тип движения, можно использовать список осей.
4. При необходимости можно определить тип функции – выберите нужный вариант в

раскрывающемся списке «Объект».

Если манипулятор приближается к сценарию особой точки, он может перестать двигаться. Чтобы возобновить движение, нажмите **Все оси свободны** на панели свободного привода.

5. Чтобы переместить манипулятор робота, нажмите и удерживайте кнопку **Свободный привод** на панели свободного привода.

## 19.8. Обратный проход

Во время инициализации манипулятора робота могут наблюдаться незначительные вибрации при отпуске 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 отпуски всех тормозов в манипуляторе робота.

### 19.8.1. Включение функции «Обратный проход»

1. На экране **Инициализировать** нажмите **ВКЛ** – запустится последовательность включения.
2. Когда робот будет в состоянии **бездействия**, нажмите и удерживайте кнопку **Свободный привод**. Робот перейдет в состояние **Обратный проход**.
3. Тормоза отпускаются только для тех сочленений, к которым применяется значительное давление. (Пока включена (нажата) кнопка **Свободный привод**.) При использовании функции **Обратный проход** манипулятор робота двигается менее свободно.

## 19.9. 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 «Перемещение» (см. [25. Вкладка «Перемещение» на странице 235](#)), чтобы переместить манипулятор робота в нужное положение, или обучите положению, потянув манипулятор робота на место, удерживая кнопку свободного привода в верхней части подвешенного пульта обучения.

Вы можете создать программу, которая будет отправлять сигналы ввода-вывода на другие машины в определенных точках траектории робота, а также выполнять такие команды, как **if...then** и **loop** на основе переменных и сигналов ввода-вывода.

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

1. В верхнем колонтитуле интерфейса PolyScore откройте меню **Путь файла**, нажмите **Создать** и выберите пункт **Программа**.
2. В разделе «Основной» нажмите кнопку **Контрольная точка** и добавьте контрольную точку в дерево программы. MoveJ по умолчанию также добавлено в дерево программ.
3. Выберите новую контрольную точку и нажмите пункт **Контрольная точка** во вкладке «Команды».
4. На экране «Перемещение инструмента» 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 находиться в нужном положении, нажмите кнопку **ОК** – новая контрольная точка будет показана как «Контрольная точка\_1».
6. Чтобы создать «Контрольную точку\_2», выполните шаги 2–5.
7. Чтобы изменить порядок движений, выберите «Контрольную точку\_2» и нажимайте стрелку «Переместить вверх», пока «Контрольная точка\_2» не окажется над «Контрольной точкой\_1».
8. Держитесь на безопасном расстоянии, положите руку на кнопку аварийного останова и нажмите кнопку **Воспроизвести** в нижнем колонтитуле интерфейса PolyScore, чтобы переместить манипулятор робота между «Контрольной точкой\_1» и «Контрольной точкой\_2».  
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. Это краткое руководство, целью которого 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.

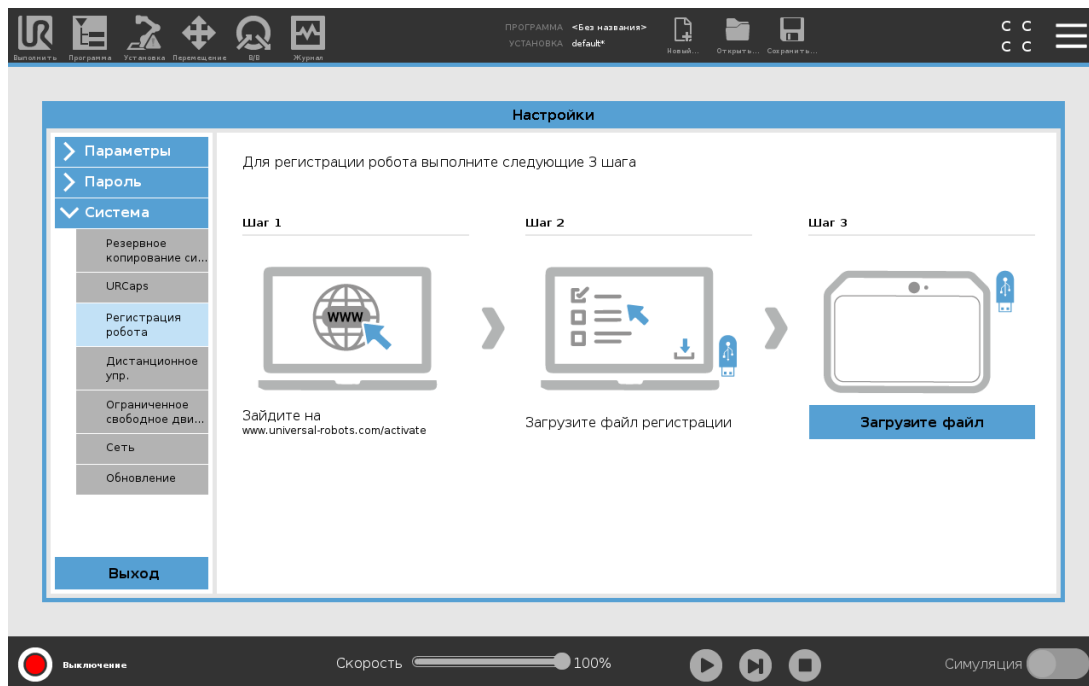


#### ВНИМАНИЕ

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

## 19.10. Регистрация робота и файлы лицензии URCap

Перед использованием URCap удаленной ЦТИ необходимо зарегистрировать робота и загрузить и установить файлы лицензии URCap (см. [23.12. URCaps на странице 196](#)).

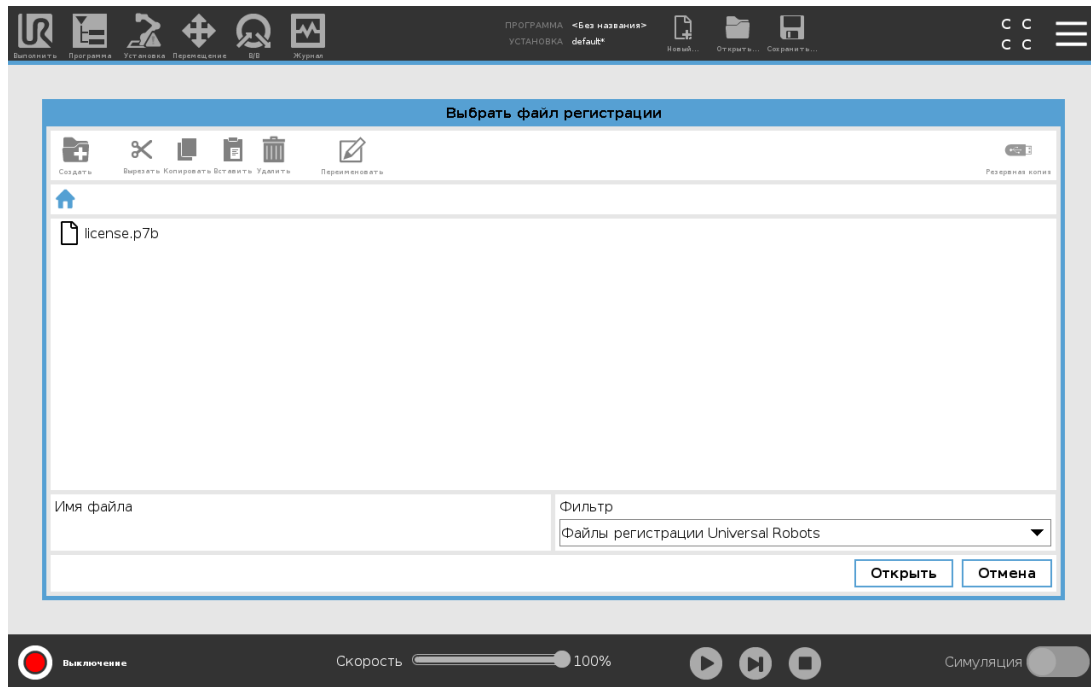


### 19.10.1. Регистрация робота с текущего экрана

1. В верхнем колонтитуле нажмите **меню «Гамбургер»** и выберите **Настройки**.
2. В меню слева нажмите **Система** и выберите пункт **Регистрация робота**, чтобы открылся экран «Настроек».
3. Для регистрации робота выполните шаги 1 и 2 на экране.

### 19.10.2. Загрузка файла лицензии URCAP

1. Заполните нужные поля и загрузите файл лицензии на ПК.
2. Скопируйте файл лицензии на USB-носитель и подключите его к подвесному пульту обучения.
3. На экране «Настроек» 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. Слева внизу нажмите **Выход**.



### 19.10.3. 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 **меню «Гамбургер»** и выберите **Настройки**.
2. В меню слева нажмите **Система** и выберите пункт **Регистрация робота**.
3. В нижней правой части экрана «Настройки» нажмите **Отмена регистрации**.

## 20. Выбор рабочего режима

### 20.1. Рабочие режимы

Рабочие режимы доступны, если вы сконфигурировали трехпозиционное устройство включения, задали пароль и установили настраиваемые входы/выходы рабочего режима, или через панельный сервер (см. [С помощью панельного сервера на странице 111](#)).

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



#### ВНИМАНИЕ

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

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

Рабочий режим	Вручную	Автоматически
Свободный привод	x	*
Перемещение робота стрелками на вкладке перемещения	x	*
Ползунок «Скорость»	x	x**
Редактирование и сохранение программ и установок	x	
Выполнение программ	Пониженная скорость**	x
Запуск программы с выбранного узла	x	

\* Только без сконфигурированного трехпозиционного устройства включения.

\*\* В «Настройках» PolyScore можно включить отображение ползунка скорости в окне «Выполнить».

\*\*\* При сконфигурированном 3-позиционном устройстве включения робот работает в режиме ручного управления на пониженной скорости, если не активирован режим ручного управления на высокой скорости.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

- Робот Universal Robots не оснащен трехпозиционным устройством включения. Если оценка рисков требует наличия устройства, то оно должно быть прикреплено перед использованием робота.
- Если трехпозиционное 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 робота между рабочими режимами, должно находиться за пределами безопасного пространства.
- Пользователю запрещается входить в безопасное пространство, когда робот находится в автоматическом режиме, если вход предохранительного останова авторежима не сконфигурирован.

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 «Установка», выберите «Входы/выходы безопасности».
2. Настройте ввод рабочего режима. Параметр конфигурации можно выбрать из раскрывающегося 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.

## С помощью PolyScore

1. Задайте пароль (см. [Режим на странице 256](#)) для переключения между рабочими режимами.
2. Чтобы переключаться между режимами, выбирайте значки профилей в верхнем колонтитуле.

Примечание. PolyScore автоматически переключается в ручной режим при включении конфигурации входов/выходов безопасности с трехпозиционным 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

Подробную информацию об использовании панельного сервера см. на странице <http://universal-robots.com/support/>.

## 20.2. Трехпозиционное устройство включения

Когда трехпозиционное устройство включения сконфигурировано, а **рабочим режимом** выбран ручной режим, работа можно перемещать только нажатием трехпозиционного устройства включения. Для использования предохранительного останова автоматического режима необходимо подключить и настроить трехпозиционное устройство включения.

Трехпозиционное устройство включения не действует в автоматическом режиме.

### 20.2.1. Высокая скорость в ручном режиме

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 со сконфигурированным трехпозиционным устройством включения. Робот выполняет предохранительный останов в ручном режиме, если трехпозиционное устройство включения сконфигурировано, но не нажато. Чтобы переключиться между автоматическим и ручным режимом, необходимо полностью отпустить трехпозиционное устройство включения и повторно нажать на него, чтобы позволить роботу двигаться. Примечание. Используйте пределы безопасности сочленений (см. [21.10. Пределы для сочленения на странице 119](#)) или плоскости безопасности (см. [21.11. Плоскости на странице 120](#)) для ограничения пространства, в котором робот может двигаться при ручном управлении на высокой скорости.



# 21. Конфигурация безопасности

## 21.1. 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.



### ВНИМАНИЕ

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 функции, связанные с безопасностью, а также интерфейсы 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.

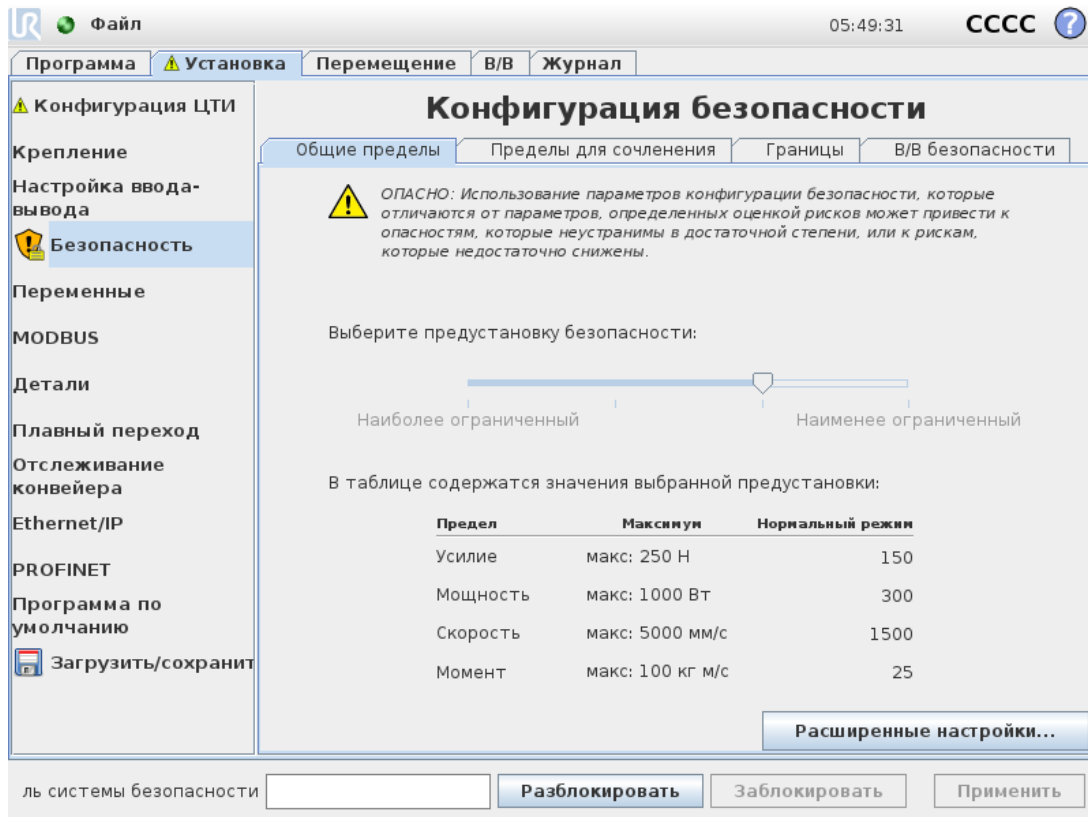
### 21.1.1. Доступ к конфигурации безопасности

Примечание. Настройки безопасности защищены паролем, и их можно сконфигурировать только после того, как пароль будет задан и использован.

1. В верхнем колонтитуле PolyScore нажмите пункт **Установка**.
2. В боковом меню в левой части экрана нажмите **Безопасность**.
3. Отобразится окно **Пределы робота**, но настройки будут недоступны.
4. Если **пароль системы безопасности** уже задан, введите пароль и нажмите **Разблокировать**, чтобы получить доступ к настройкам. Примечание. После

разблокировки настроек безопасности все настройки активны.

- Чтобы снова заблокировать настройки безопасности, нажмите вкладку **Заблокировать** или выйдите из меню «Безопасность».



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

## 21.2. Установка пароля системы безопасности

Чтобы разблокировать все настройки безопасности, составляющие конфигурацию безопасности, необходимо задать пароль.

Примечание. Если пароль системы безопасности отсутствует, появляется запрос на его установку.

- В правом углу верхнего колонтитула PolyScore нажмите на меню **Гамбургер** и выберите **Настройки**.
- С левой стороны экрана, в синем меню, нажмите **Пароль** и выберите **Безопасность**.
- В поле **Новый пароль** введите пароль.
- Теперь в поле **Подтвердите новый пароль** введите тот же пароль и нажмите **Применить**.
- Внизу слева на синем меню нажмите «Выход», чтобы вернуться к предыдущему окну.

Примечание. Чтобы заблокировать настройки безопасности, можно нажать вкладку **Заблокировать** или просто перейти к окну за пределами меню «Безопасность».

Пароль системы безопасности 

Разблокировать

Заблокировать

## 21.3. Изменение конфигурации безопасности

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

Рекомендованная процедура:

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:

“Перед 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.”

## 21.4. Применение новой конфигурации безопасности

Во время внесения изменений в конфигурацию робот выключен. Изменения вступают в силу только после нажатия кнопки **Применить**. Пока не будет нажата кнопка **Применить и перезапустить** или **Отменить изменения**, робота включить нельзя. 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.

## 21.5. 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**.
- Чтобы изменения **конфигурации безопасности** отразились в **контрольной сумме безопасности**, их необходимо применить.

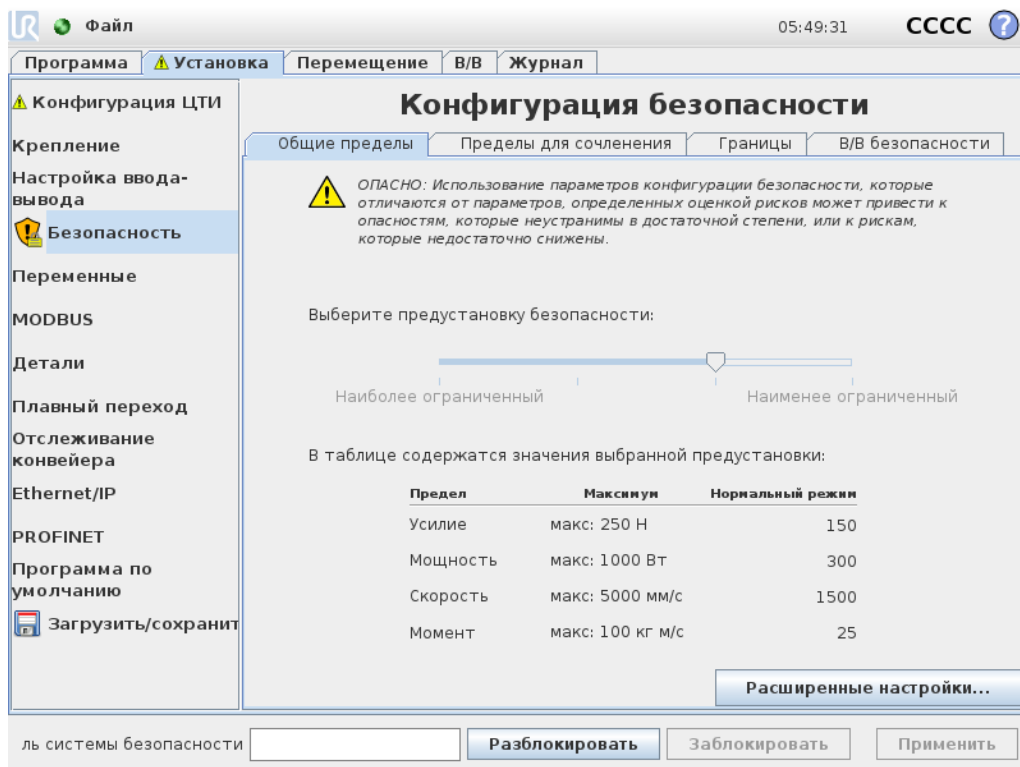
## 21.6. Настройки меню безопасности

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

## 21.7. Пределы робота

Пределы робота позволяют ограничить основные движения робота. На экране «Пределы робота» есть два варианта конфигурации: **Заводские настройки** и **Пользовательский**.

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



2. В разделе «Пользовательский» 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.

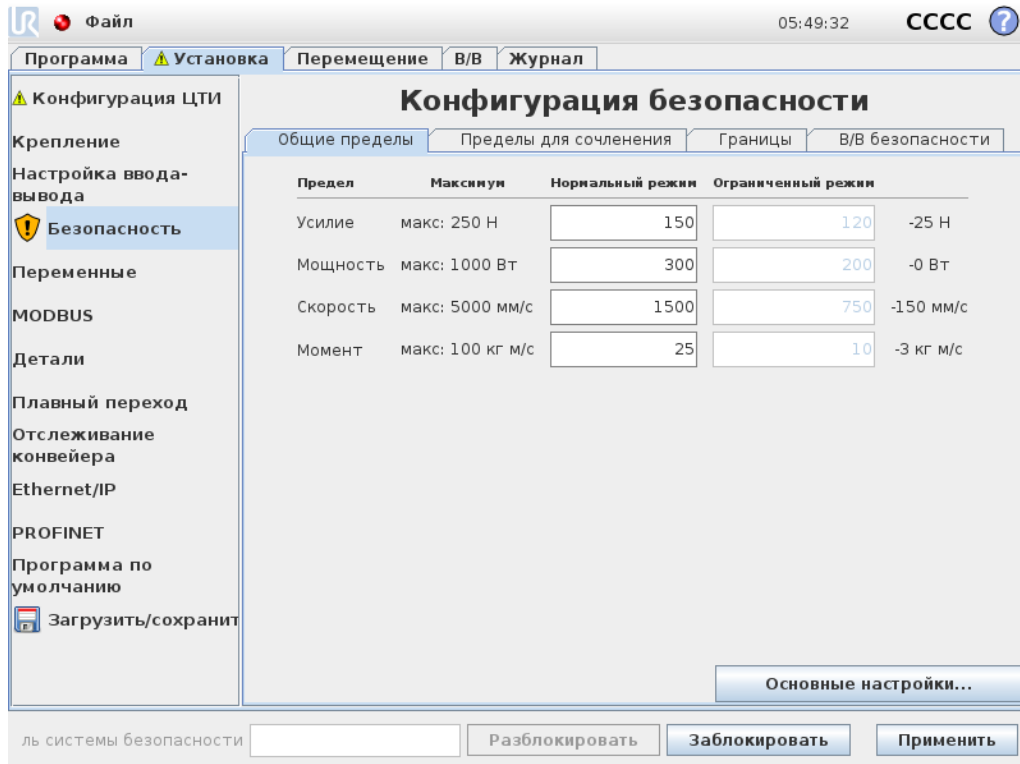
**Скорость локтя**


– 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. [21.14. Положение инструмента на странице 125](#).



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

## 21.8. Режимы безопасности

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

**Нормальный режим** – режим безопасности, активный по умолчанию.

**Ограниченный режим** активен в случае расположения **центральной точки инструмента** (ЦТИ) робота за пределами плоскости ограниченного режима при срабатывании (см. [21.11. Плоскости на странице 120](#)) или в случае его активации настраиваемым входом (см. [21.16. В/В на странице 128](#)).

**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 при возврате манипулятора робота в границы пределов следует соблюдать осторожность.

Меню «Конфигурация безопасности» позволяют пользователю установить отдельные наборы пределов безопасности для обычного и ограниченного режимов. Пределы скорости и момента ограниченного режима для инструмента и сочленений должны быть более строгими, чем для обычного режима.

## 21.9. 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**

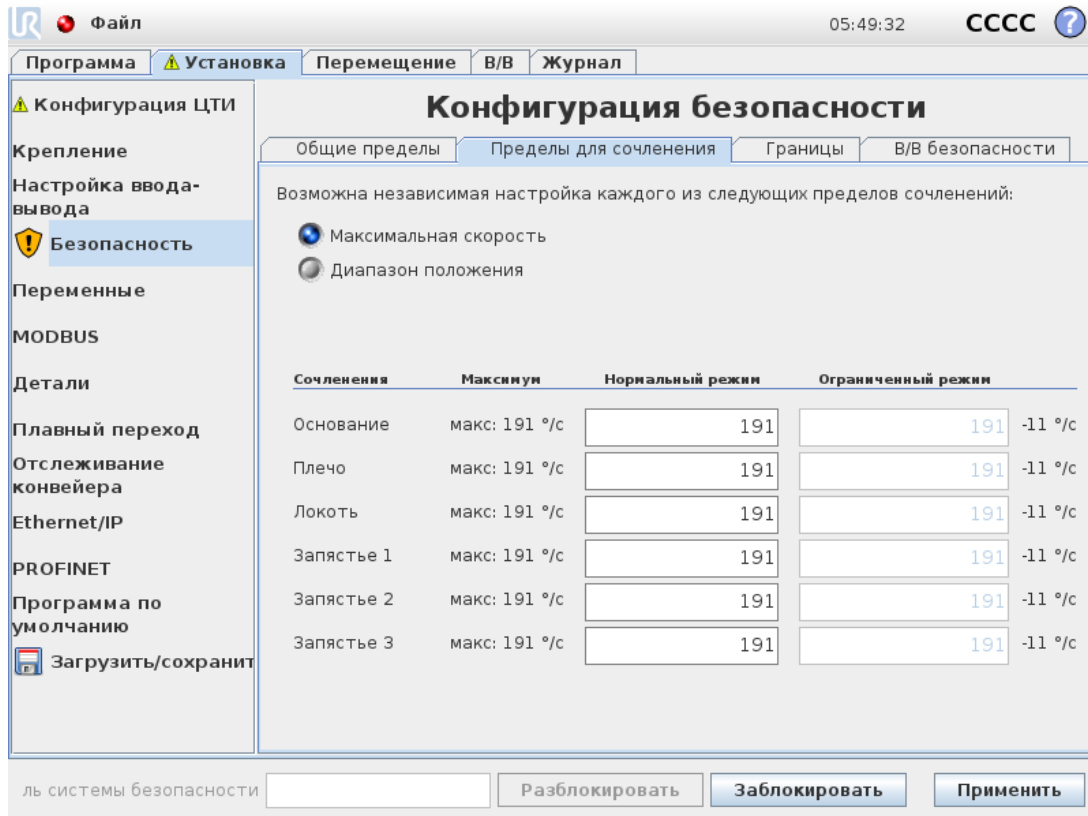
Допуски зависят от версии программного обеспечения. Обновление программного обеспечения может привести к изменению допусков. Список изменений в версии ПО приведен в заметках к выпуску.

## 21.10. Пределы для сочленения

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

Диапазон положения запястья 3 по умолчанию не ограничен. При использовании подключенных к роботу кабелей сначала следует убрать флажок **Неограниченный диапазон для запястья 3** во избежание натяжения кабелей и срабатывания защитного останова.

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.



## 21.11. 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 «Безопасность» 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. ). 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.

## 21.11.1. Режимы

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

### Отключено

Плоскость безопасности всегда неактивна в этом состоянии.

### Нормальный

Если система безопасности в нормальном режиме, нормальная плоскость активна и выступает в качестве строгого предела положения.

### Ограниченный

Если система безопасности в ограниченном режиме, плоскость ограниченного режима активна и выступает в качестве строгого предела положения.

### Нормальный и ограниченный

Если система безопасности в режиме «Нормальный или ограниченный», 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).

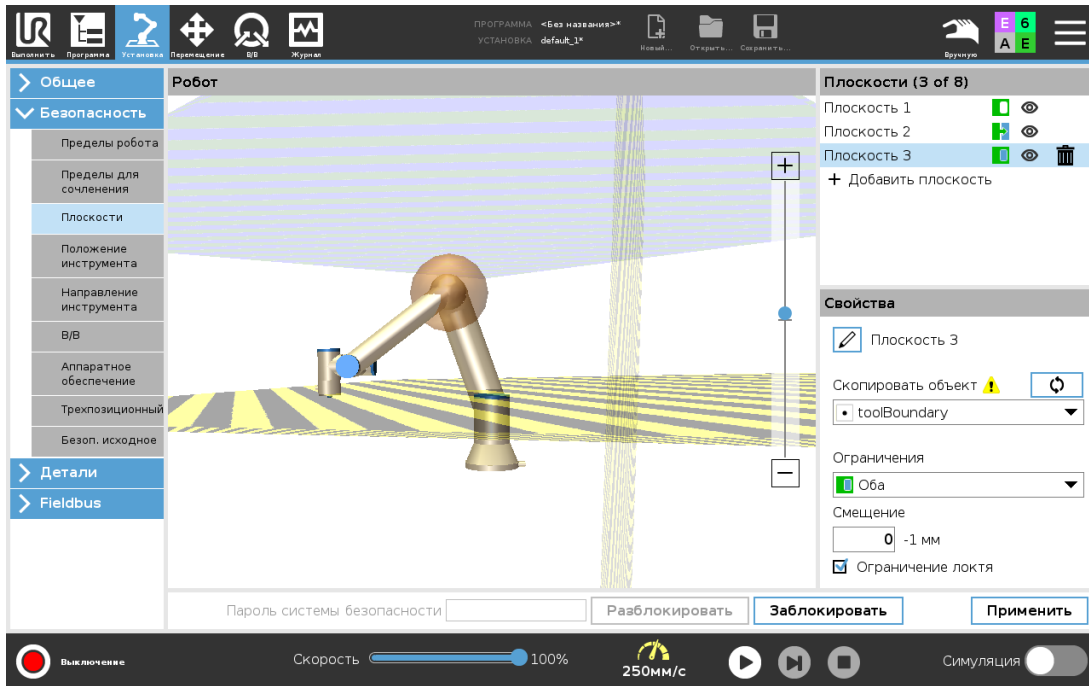
### Переименовать

При нажатии этого значка можно переименовать плоскость.

## 21.11.2. Конфигурация плоскостей безопасности

1. В верхнем колонтитуле PolyScope нажмите пункт **Установка**.
2. В боковом меню с левой стороны экрана нажмите «Безопасность» и выберите **Плоскости**.
3. В верхней правой части окна в поле «Плоскости» нажмите **Добавить плоскость**.
4. В нижней правой части экрана, в поле **Свойства**, задайте «Имя», «Скопировать объект» и «Ограничения». Примечание. В поле **Скопировать** объект доступны только «Не определено» и «Основание». Сконфигурированную плоскость безопасности можно сбросить, выбрав **Не определено**.

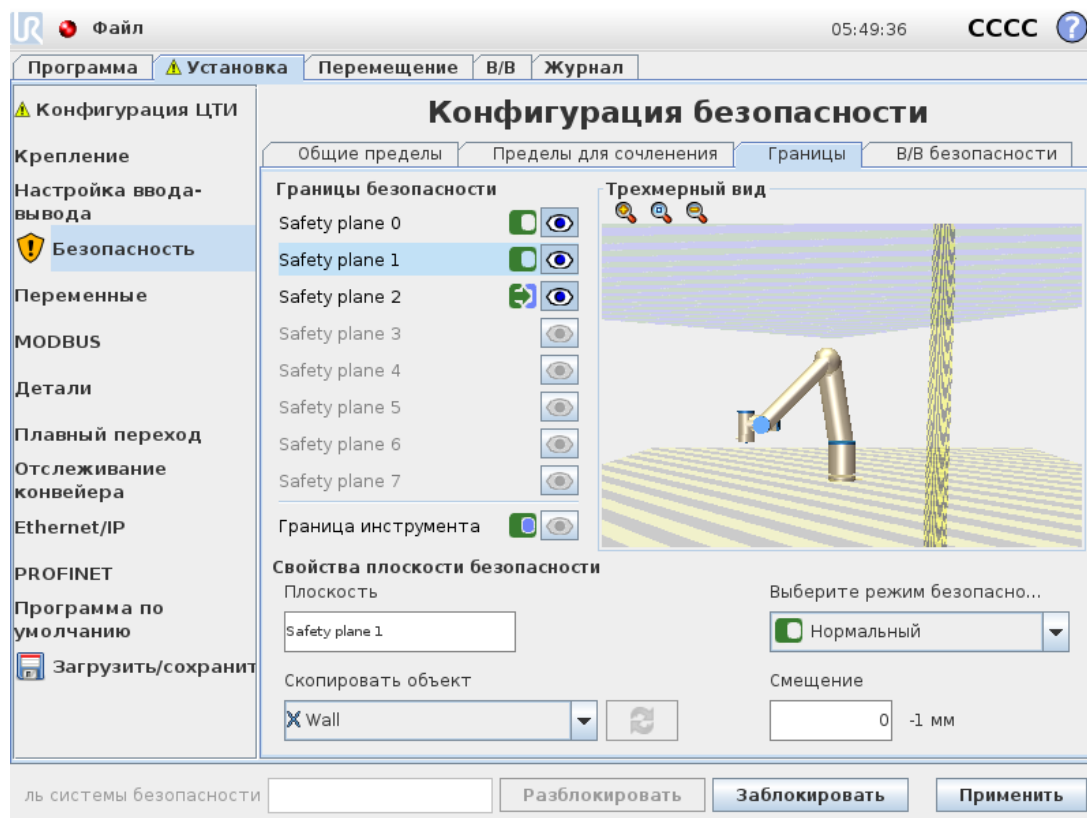
Если скопированный объект изменен в окне «Функции», справа от текста «Скопировать объект» появляется предупреждающий значок. Это означает, что объект не синхронизируется, т. е. информация в карте свойств не обновляется и не отражает изменений, которые могли быть внесены в объект.



### 21.11.3. Локоть

Можно задать **ограничение локтя**, чтобы не допустить прохождения локтевого сочленения робота через любую из заданных плоскостей. Чтобы разрешить прохождение через плоскости, отмените «Ограничение локтя».

## 21.11.4. Цветовая кодировка



### *Серый*

Плоскость сконфигурирована, но отключена (A).

### *Желтый и черный*

Нормальная плоскость (B).

### *Синий и 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)

### *Серая стрелка*

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

## 21.12. 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. [20.1. Рабочие режимы на странице 109](#)). По мере того как манипулятор робота в режиме свободного привода достигает заданного предела или плоскости (см. [21.11. Плоскости на странице 120](#)), сопротивление увеличивается. Поэтому перемещать робота в новое положение становится труднее. Режим свободного привода можно включить следующими способами:

- С помощью кнопки свободного привода.
- С помощью «Действий входов/выходов» (см. ).
- С помощью кнопки свободного привода на экране вкладки «Перемещение» (см. [25.2.4. Свободный привод на странице 236](#)).

### 21.12.1. Использование кнопки свободного привода

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

## 21.13. Обратный проход

Во время инициализации манипулятора робота могут наблюдаться незначительные вибрации при отпуске 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 отпуски всех тормозов в манипуляторе робота.

### 21.13.1. Включение функции «Обратный проход»

1. На экране **Инициализировать** нажмите **ВКЛ** – запустится последовательность включения.
2. Когда робот будет в состоянии **бездействия**, нажмите и удерживайте кнопку **Свободный привод**. Робот перейдет в состояние **Обратный проход**.
3. Тормоза отпускаются только для тех сочленений, к которым применяется значительное давление. (Пока включена (нажата) кнопка **Свободный привод**.) При использовании функции **Обратный проход** манипулятор робота двигается менее свободно.

## 21.14. Положение инструмента

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

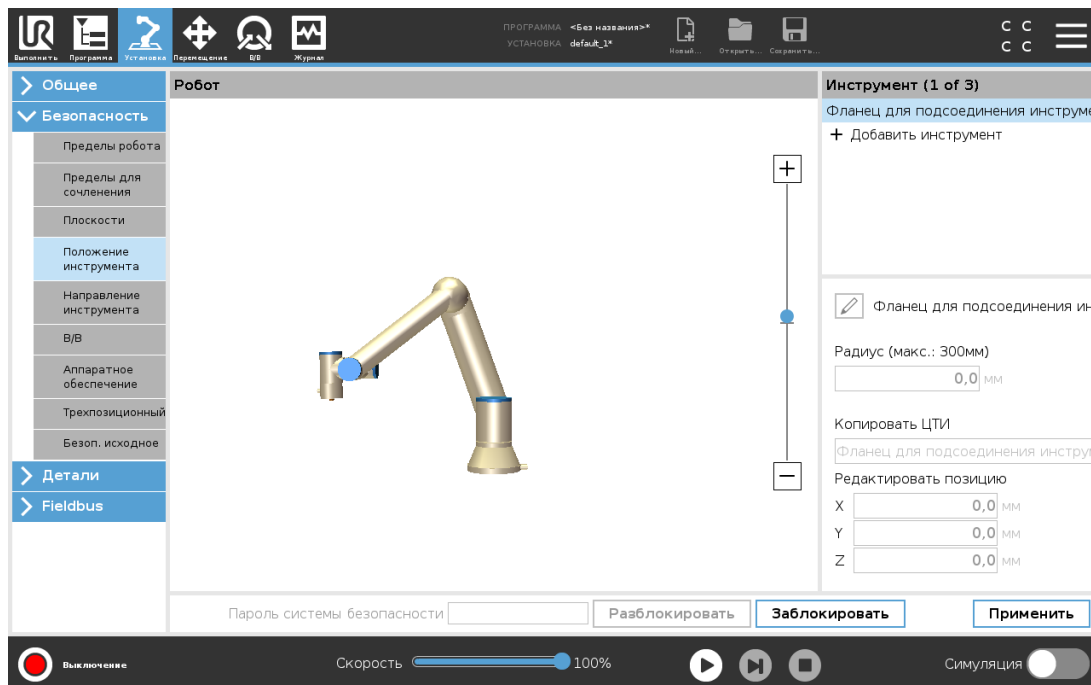
**Робот** позволяет визуализировать изменения.

**Инструмент** позволяет задавать и конфигурировать максимум два инструмента.

**Инструмент\_1** – инструмент 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 «Копировать ЦТИ» 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. [21.11. Плоскости на странице 120](#)).

**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 «Общее» в окне ЦТИ, доступна в меню «Положение инструмента», в

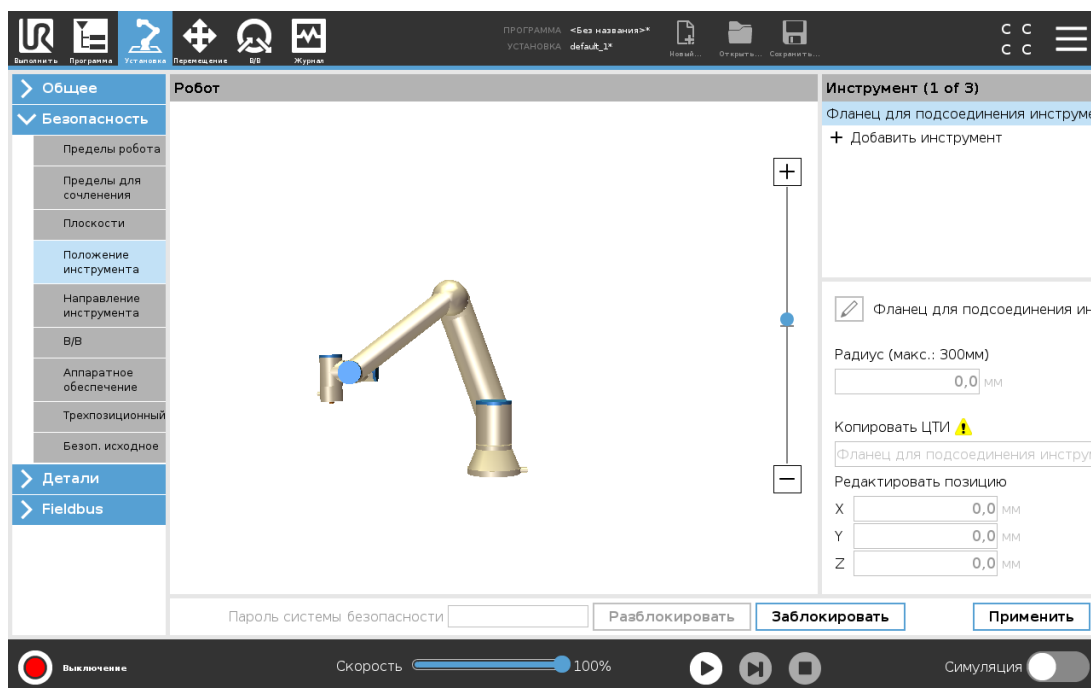
раскрываемся списке «Копировать ЦТИ».

При редактировании и корректировке значений в полях ввода **Редактировать позицию** имя ЦТИ в раскрываемся меню изменяется на **пользовательское**, указывая на то, что скопированная ЦТИ и фактический предел ввода различаются. Исходная ЦТИ остается доступна в раскрываемся меню, и ее снова можно выбрать, чтобы вернуть значения к изначальной позиции. Выбор в раскрываемся 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 «Копировать ЦТИ» появится предупреждающий значок. Это означает, что ЦТИ не синхронизируется, 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. [24.2. Конфигурация ЦТИ на странице 207](#)).

Примечание: для определения и использования инструмента ЦТИ синхронизировать необязательно.

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 величины радиуса.



## 21.15. Направление инструмента

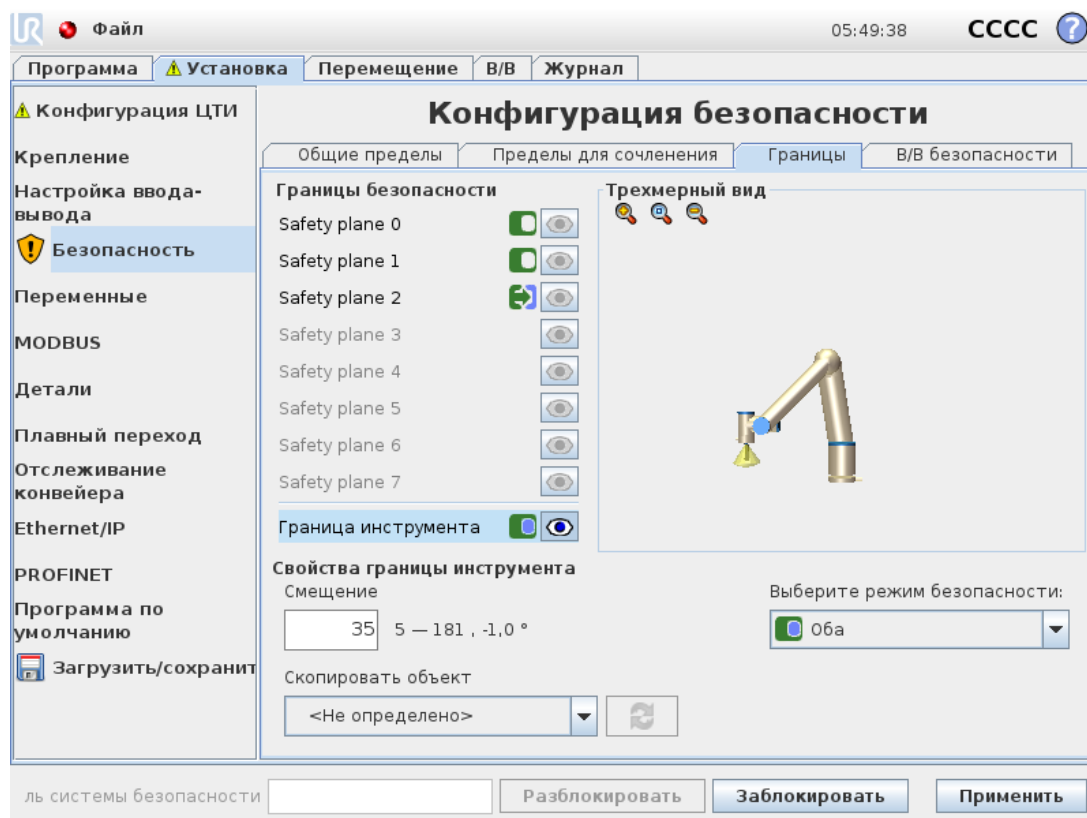
Экран направления инструмента можно использовать для ограничения угла наведения инструмента. Предел определяется сектором, который имеет фиксированную ориентацию относительно основания манипулятора робота. По мере перемещения манипулятора робота направление инструмента ограничено, так что он остается 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. . 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 «Безопасность» манипулятор робота отключается, и задать новые объекты невозможно.



## 21.15.1. Свойства предела

Для предела направления инструмента можно сконфигурировать три свойства:

1. **Центр сектора:** можно выбрать объект точки или плоскости из раскрывающегося меню и задать центр сектора. Ось Z выбранного объекта используется в качестве направления, вокруг которого выполняется центровка сектора.
2. **Угол сектора:** можно 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 и 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 «Неопределенно».

## 21.15.2. 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:

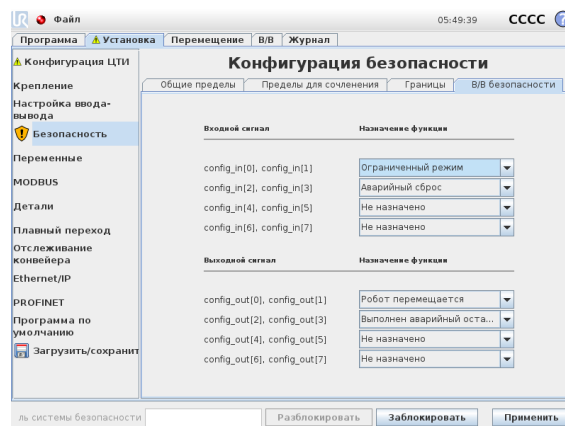
**Угол наклона:** определяет величину наклона оси Z выходного фланца относительно оси X выходного фланца.

**Угол сдвига:** определяет величину 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.

## 21.16. В/В

Вводы-выводы разделены на вводы и выходы и попарно размещены так, что каждая функция предоставляет категорию Z и вводы-выводы PLd.



### 21.16.1. 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 и ограниченном режимах (см. [21.8. Режимы безопасности на странице 118](#)). 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.

#### *Трехпозиционное устройство включения*

В ручном режиме для движения робота трехпозиционное устройство включения должно быть нажато.

#### *Рабочий режим*

Данный вход может использоваться для переключения между **автоматическим** и **ручным** режимом (см. [20.1. Рабочие режимы на странице 109](#)).

#### *Аварийный 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 ТОЛЬКО когда робот находится в автоматическом режиме.

#### *Предохранительный сброс автоматического режима*

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

**ВНИМАНИЕ**

- Если вы отключили вход предохранительного сброса по умолчанию, то манипулятор робота больше не будет выполнять предохранительный останов при высоких значениях входа. Программа, остановленная только предохранительным остановом, возобновляет работу.
- Схожим образом с предохранительным сбросом, если предохранительный сброс авторежима отключен, то манипулятор робота не будет выполнять предохранительный останов по достижении высоких значений входа предохранительного останова авто. режима. Программа, остановленная только предохранительным остановом авторежима, возобновляет работу.

## 21.16.2. 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 «Аварийного останова» с помощью входа «Аварийный останов робота» или при нажатии кнопки «Аварийный останов». Во избежание блокировок низкий сигнал не будет подаваться, если состояние аварийного останова инициируется с помощью входа «Аварийный останов системы».

### *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.

### *Безоп. исходное*

*Высокий* сигнал, если манипулятор робота остановлен в сконфигурированном безопасном исходном положении. В противном случае подается сигнал *низкого* логического уровня.

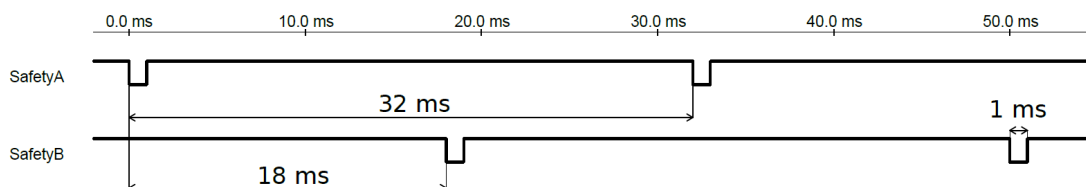
**ПРИМЕЧАНИЕ**

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

### 21.16.3. Сигналы безопасности OSSD

Блок управления можно настроить на выдачу сигналов OSSD при неактивном/высоком уровне выхода безопасности. Импульсы OSSD обнаруживают способность блока управления переводить выходы безопасности на активный/низкий уровень. Когда для выхода включены импульсы OSSD, на выходе безопасности генерируется низкоуровневый импульс 1 мс каждые 32 мс. Система безопасности обнаруживает подключение выхода к источнику питания и отключает робот.

На рисунке ниже приведены: время между импульсами на канале (32 мс), длина импульса (1 мс) и время от импульса на одном канале до импульса на другом канале (18 мс)



#### Включение OSSD для выходов безопасности

1. В верхнем колонтитуле нажмите пункт **Установка** и выберите **Безопасность**.
2. В разделе **Безопасность** выберите **Вводы-выводы**.
3. Находясь на экране вводов-выводов, выберите нужный флажок OSSD в пункте «Выходной сигнал». Чтобы включить флажки OSSD, выходной сигнал сначала необходимо присвоить.

## 21.17. 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.

## 21.17.1. Выбор доступного оборудования

Робота можно использовать без PolyScore в качестве интерфейса программирования.

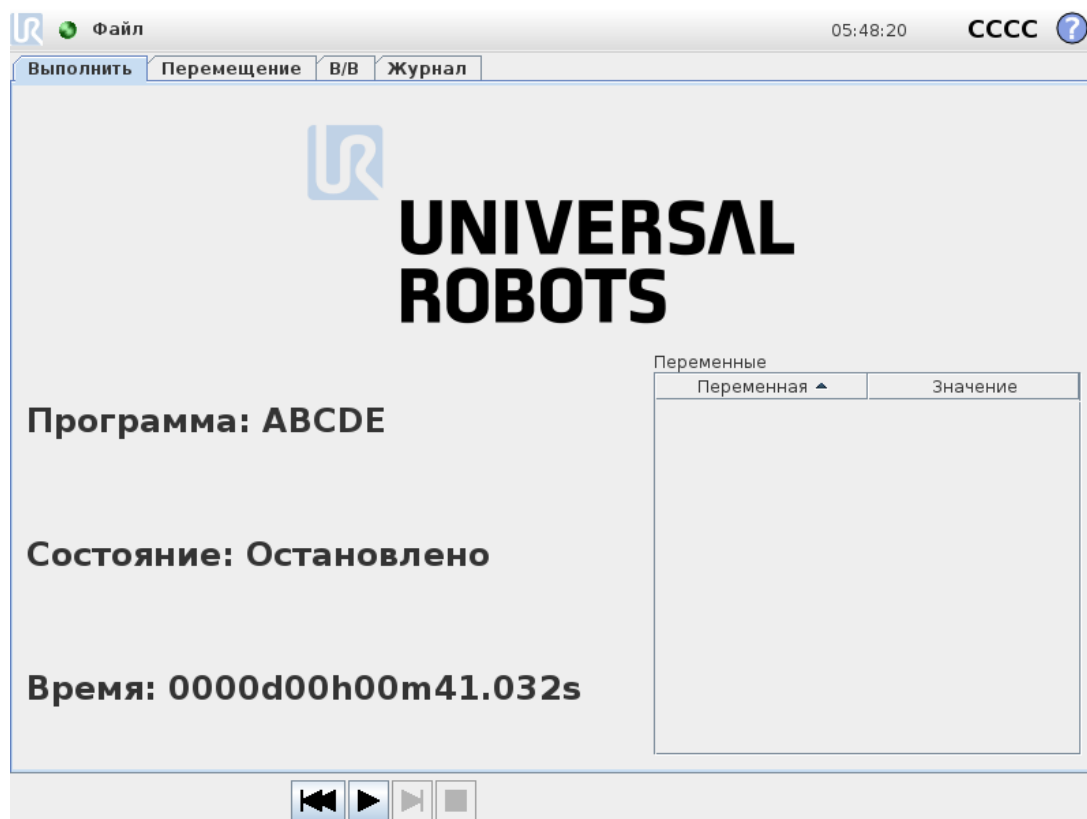
1. В верхнем колонтитуле нажмите пункт **Установка**.
2. В боковом меню слева нажмите **Безопасность** и выберите **Аппаратное обеспечение**.
3. Введите пароль системы безопасности и **разблокируйте** экран.
4. Отмените выбор **подвешенного пульта обучения**, чтобы использовать робота без интерфейса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



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Если подвешенный пульт обучения снят или отсоединен от робота, то кнопка аварийного останова станет неактивной. Подвешенный пульт обучения следует на достаточном расстоянии от робота.

## 22. Вкладка «Выполнить»



Вкладка **Выполнить** позволяет удобно управлять манипулятором робота и блоком управления с помощью минимально возможного числа кнопок и параметров. Можно сочетать обычное управление с защитой программируемой части PolyScore с помощью пароля (см. [Режим на странице 256](#)), чтобы робот мог выполнять исключительно предварительно записанные программы.

В этом окне можно автоматически загружать и запускать по умолчанию программы по передаче внешнего сигнала по переходу кромки маркера (см. [24.7. Запуск на странице 217](#)).

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.

### 22.1. Программа

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

### 22.2. Переменные

В программе робота возможно использовать переменные для хранения и изменения различных значений во время выполнения программы. Доступны два типа переменных:

### Установочные переменные

Они могут использоваться несколькими программами и их имена и значения сохраняются вместе с настройками робота (см. [24.6. Переменные на странице 216](#)). Установочные переменные сохраняют свои значения после перезагрузки робота и панели управления.

### Регулярные программные переменные

Они доступны только для выполняющейся программы и их значения теряются, как только программа остановлена.

### Отображение контрольных точек

В программе робота для хранения информации о контрольных точках используются переменные сценариев.

Для отображения переменных сценария в списке переменных установите флажок **Отображение контрольных точек** в разделе **Переменные**. IFXCOND\_generationNumber\_SEP\_generationFiveIFXCONDEND

### Типы переменных

<i>bool</i>	Переменная логического типа, принимающая значение «истина» либо «ложь».
<i>int</i>	Целое число в диапазоне от - 2147483648 до 2147483647 (32 бита).
<i>float</i>	Число с плавающей запятой (десятичное) (32 бита).
<i>string</i>	Последовательность символов.
<i>pose</i>	Вектор, описывающий положение и ориентацию в декартовом пространстве. Сочетание вектора положения (x, y, z) и вектора вращения (rx, ry, rz), представляющего собой ориентацию; записывается в виде p[x, y, z, rx, ry, rz].
<i>list</i>	Последовательность переменных.

## 22.3. Возраст робота

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

## 22.4. Переместить робота в положение

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.

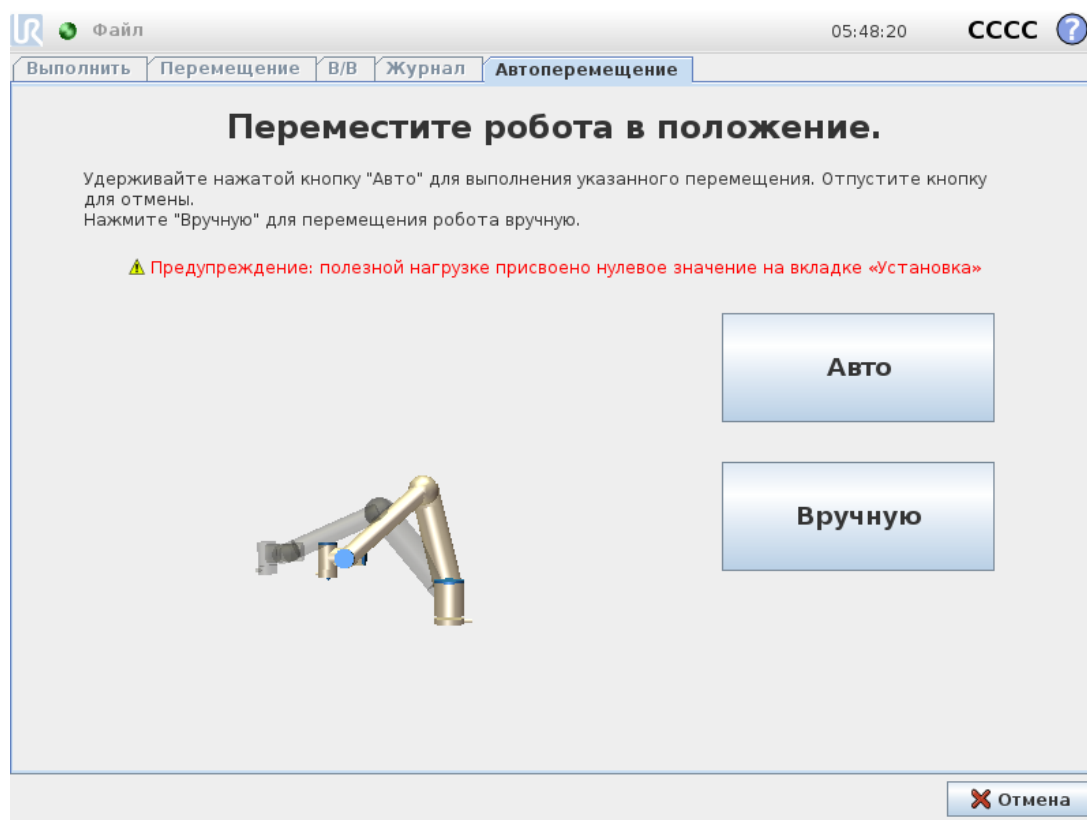
В том случае, если экран **Переместить робота в положение** не может переместить манипулятор робота в начальное положение программы, манипулятор перемещается в положение первой контрольной точки дерева программ.

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 «Если» или «Переключение» дерева программ.

### 22.4.1. Переход к экрану «Переместить робота в положение»

1. В **нижнем колонтитуле** нажмите **Воспроизвести**, чтобы перейти на экран **Переместить робота в положение**.
2. Следуйте инструкциям на экране, чтобы работать с анимацией и настоящим роботом.



### 22.4.2. Переместить робота в:

Удерживайте **Переместить робота в:**, чтобы переместить манипулятор робота в начальное положение. Анимированный манипулятор на экране отображает предстоящее запланированное движение.



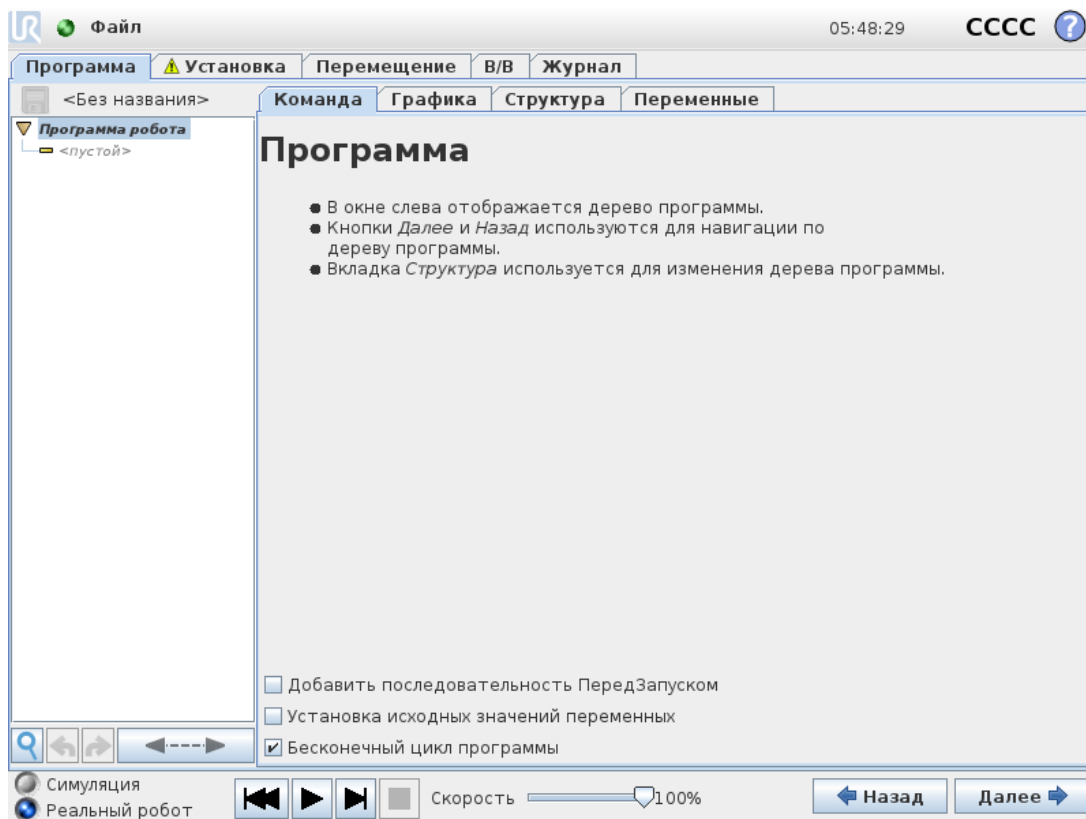
#### ПРИМЕЧАНИЕ

Столкновение может привести к повреждению робота или другого оборудования. Сравните анимацию с положением реального манипулятора робота и убедитесь, что манипулятор робота сможет безопасно выполнить это движение, не задев никакие препятствия.

### 22.4.3. Вручную

Нажмите **Вручную**, чтобы перейти на экран **Вручную**, где манипулятор робота можно перемещать с помощью стрелок перемещения инструмента и (или) конфигурирования положения инструмента и положения сочленений.

## 23. Вкладка «Программа»



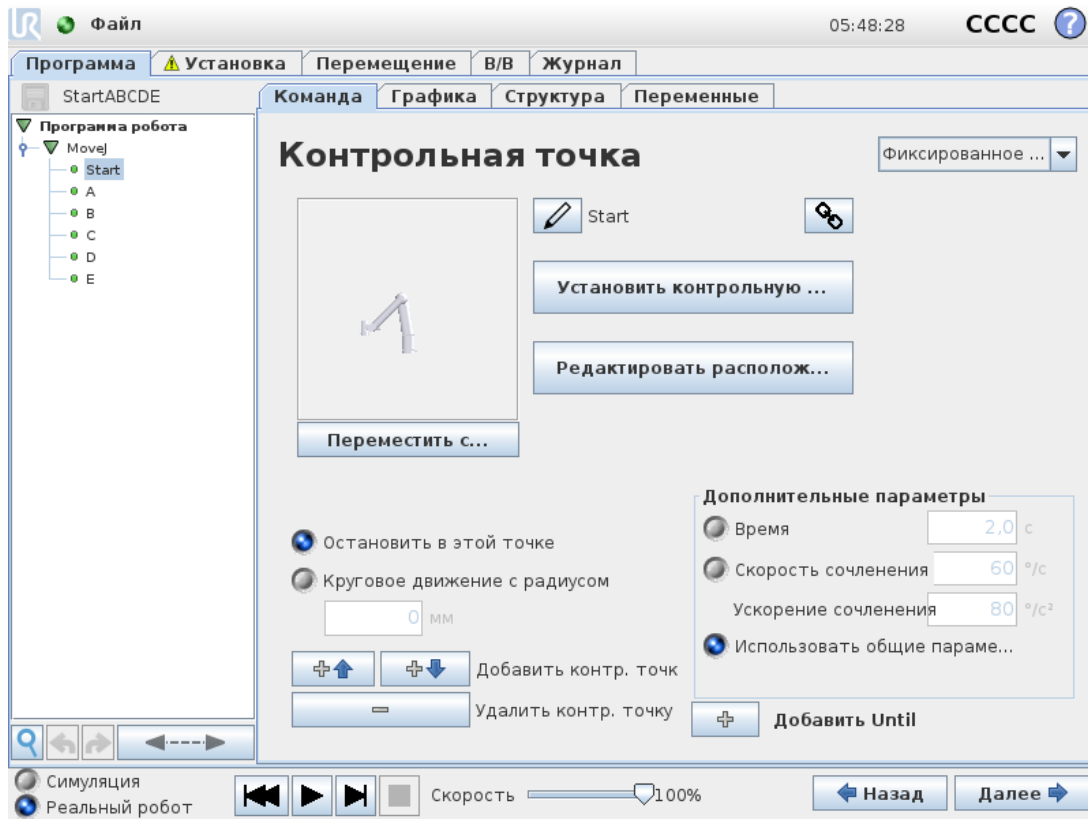
На вкладке «Программа» показана программа, редактируемая в данный момент.


### 23.1. Дерево программы


Чтобы добавлять узлы программ в дерево программы, нажмите пункт **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.



### 23.1.1. Индикация выполнения программы



Выполняемый узел программы обозначается маленьким значком  рядом с узлом. Кроме того, синим цветом выделяется путь выполнения программы.

Если нажать в углу программы на значок , будет отслеживаться выполняемая команда.

### 23.1.2. Кнопка Поиск

Нажав кнопку , можно выполнить поиск по дереву программ. Для выхода из поиска нажмите значок .

## 23.2. Панель инструментов дерева программ

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

### 23.2.1. Кнопки отмены/повтора команды

Кнопки  и  позволяют отменить или вернуть изменения в командах.

### 23.2.2. Перемещение вверх и вниз

Кнопки  и  позволяют изменить положение узла.

### 23.2.3. Вырезать

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

### 23.2.4. Копировать

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

### 23.2.5. Вставить

Кнопка 📄 позволяет вставить узел, который вы ранее вырезали или скопировали.

### 23.2.6. Удалить

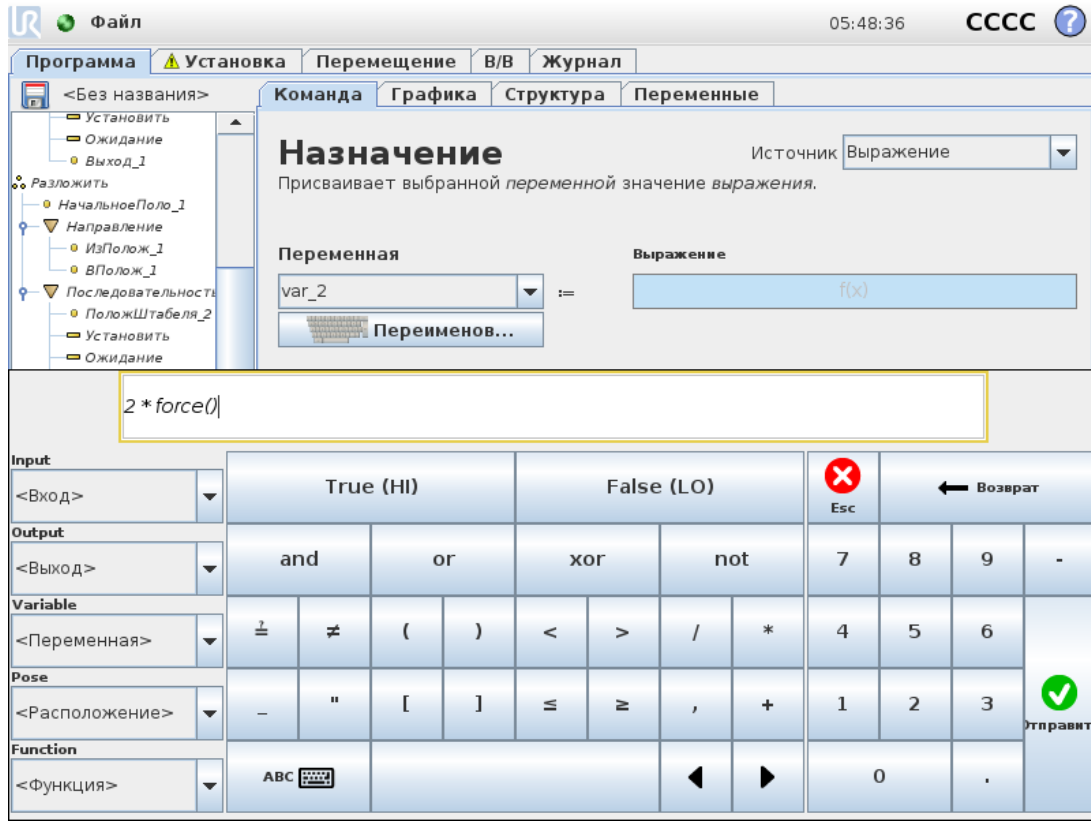
Кнопка 🗑 позволяет удалить узел из дерева программы.

### 23.2.7. Скрыть

Кнопка 📄 позволяет скрыть определенные узлы в дереве программы.

Скрытые строки программы будут пропущены при выполнении программы. Скрытую строку в дальнейшем можно вернуть. Таким способом можно быстро внести изменения в программу, не разрушая ее первоначальное содержание.

## 23.3. 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 ≤ для «меньше или равно». Кнопка с символом клавиатуры в верхней левой части экрана используется для переключения в режим редактирования текста выражения. Все определенные переменные можно найти в поле Variable selector, while the names of the input and output ports can be found in the Input and Output selectors. Some special functions are found in Function.

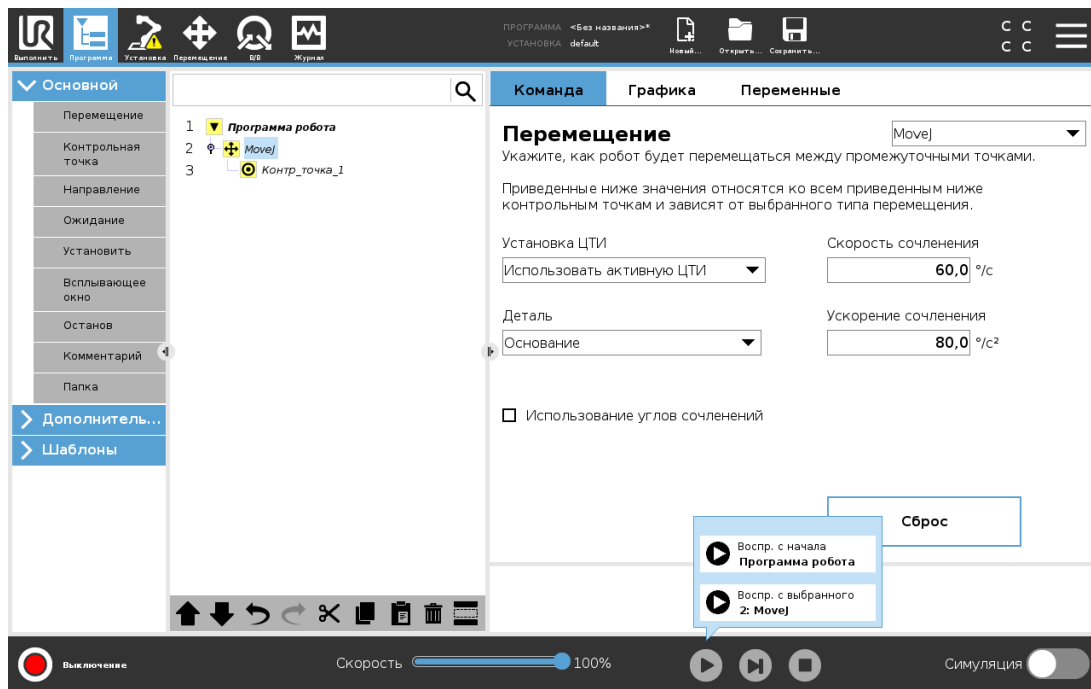
При нажатии кнопки «ОК» выражение будет проверено на предмет грамматических ошибок. При нажатии кнопки «Отмена» экран будет закрыт, а все изменения отменены.

Выражение может иметь следующий вид:

$$\text{digital\_in}[1] \stackrel{?}{=} \text{True and analog\_in}[0] < 0.5$$

## 23.4. Запуск программы с выбранного узла

Когда робот находится в режиме ручного управления (см. 20.1. Рабочие режимы на странице 109), 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.



### 23.4.1. Использование команды Воспроизвести с выбранного узла

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



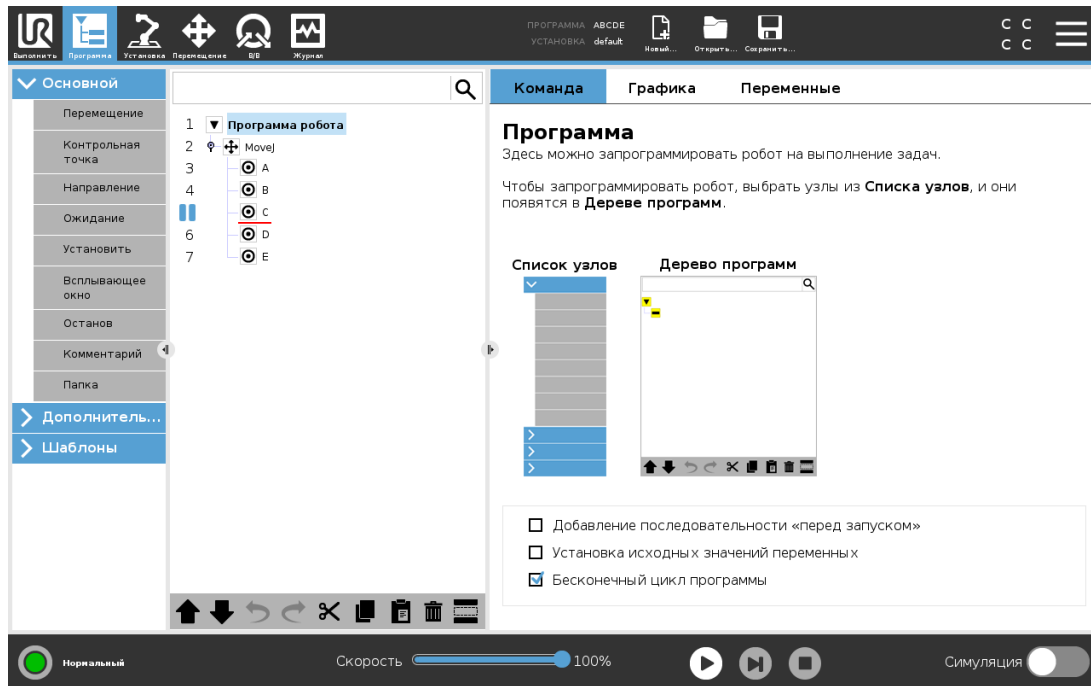
#### ПРИМЕЧАНИЕ

- Если используется секция **перед запуском**, 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.

## 23.5. Использование точек прерывания в программе

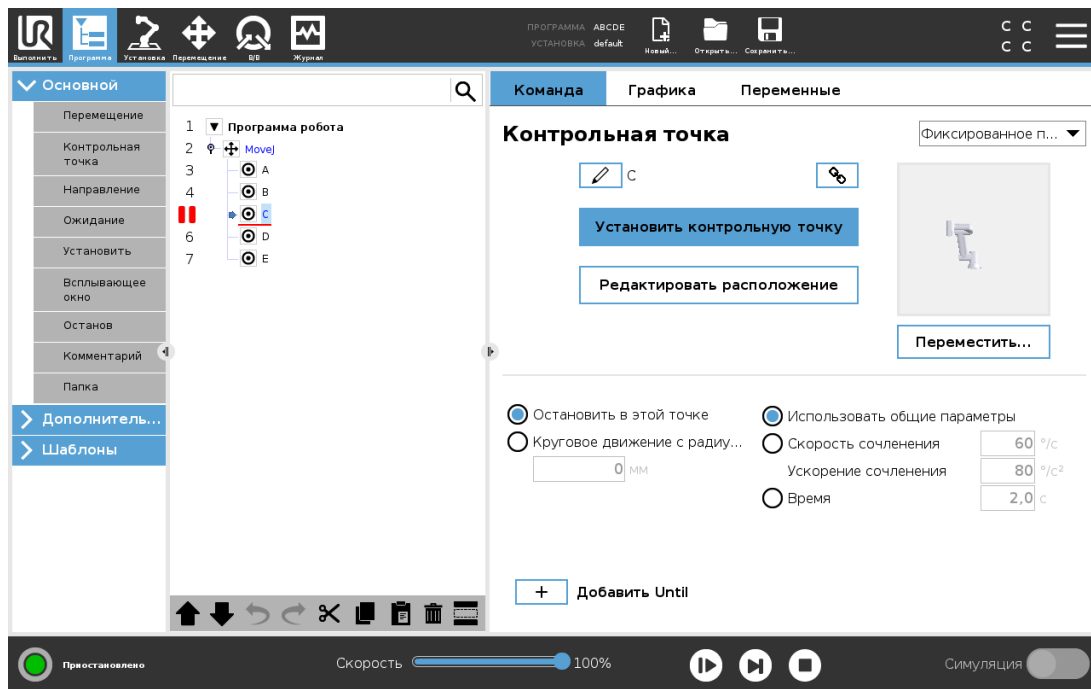
Точка прерывания приостанавливает выполнение программы. Точки прерывания можно использовать для приостановки и возобновления программы в определенных точках для проверки положения робота, переменных и т. п. См. [20.1. Рабочие режимы на странице 109](#).

1. Находясь в дереве программ, нажмите на номер линии, чтобы задать или удалить точку прерывания.



Красная линия над или под узлом означает заданную точку прерывания, которая приостановит выполнение. Большинство узлов приостанавливается перед выполнением, со следующими исключениями:

- Контрольные точки. Точка прерывания на контрольной точке игнорирует круговые движения и приостанавливает программу по достижении данной контрольной точки.
- Узлы «До». Точка прерывания на узле «До» приостанавливает программы при выполнении условия «До». Круговые движения, используемые в узле «До», не игнорируются. Они приостанавливаются, когда робот достигает радиуса круговых движений.

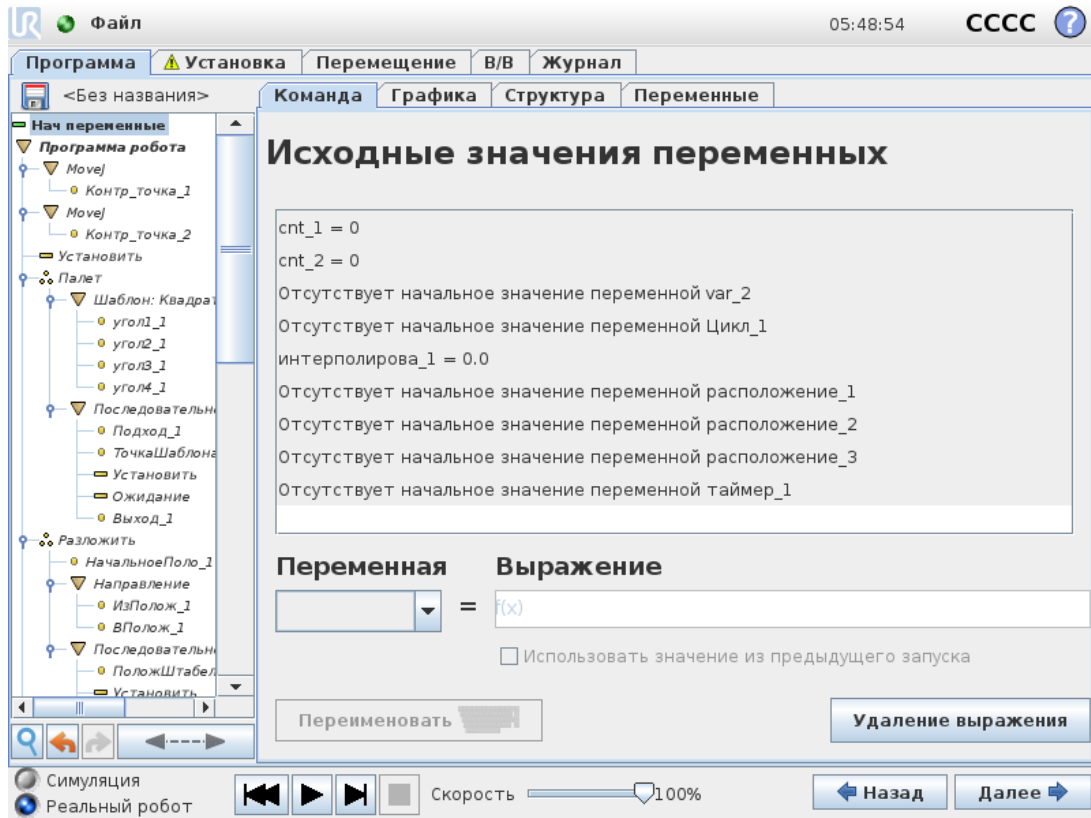


## 23.6. Одиночный шаг в программе

Кнопка «Одиночный шаг» позволяет выполнять узлы по одному в ручном режиме робота. Кнопку «Одиночный шаг» можно использовать при приостановленной программе. Нажмите кнопку «Одиночный шаг», чтобы продолжить выполнение и остановиться по достижении следующего узла в программе. Если узел не поддерживает точки прерывания, то выполнение программы, запущенное нажатием кнопки «Одиночный шаг» не приостанавливается на данном узле. Вместо этого, выполнение продолжается до тех пор, пока программа не достигнет узла, поддерживающего точки прерывания.

## 23.7. Вкладка «Команды»

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 ©2009–2020 - Universal Robots A/S. Все права защищены.

## Добавление последовательности «перед запуском»

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.

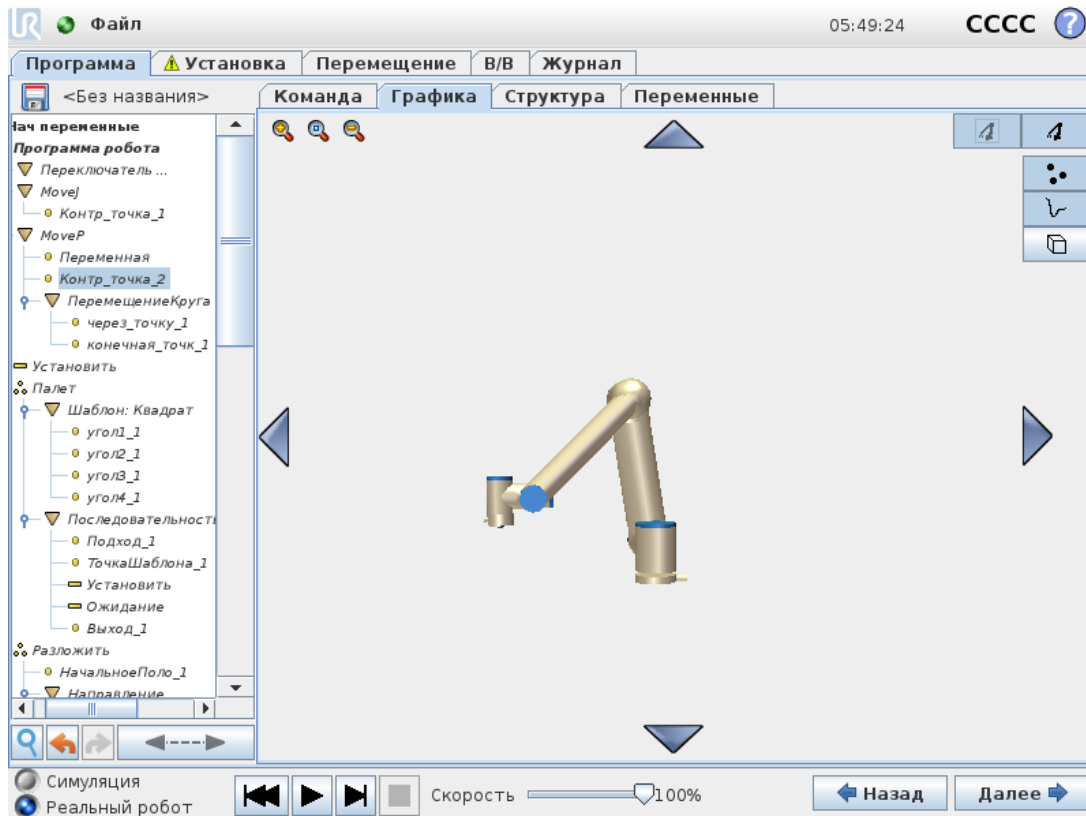
1. Выберите переменную в раскрывающемся списке или в поле выбора переменных.
2. Введите выражение для выбранной переменной. Данное выражение задает значение переменной во время запуска программы.
3. Чтобы инициализировать переменную со значением из вкладки **Переменные** (см. ), можно выбрать флажок **Использовать значение из предыдущего запуска**. 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.

## 23.8. Вкладка «Графика»



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. 21.11. [Плоскости на странице 120](#)) будет отображен трехмерный предел границ.

Примечание. При выполнении программы роботом визуализация пределов границ будет отключена.

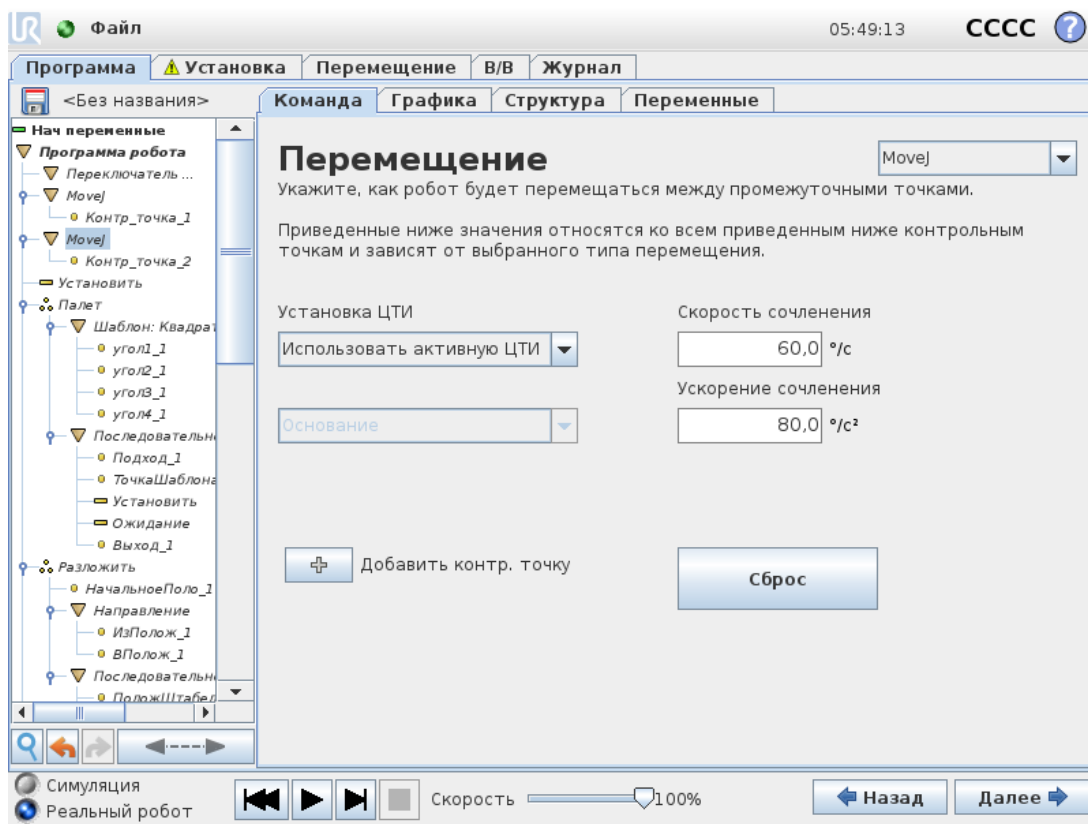
Пределы плоскости безопасности отображаются желтым и черным цветами с небольшой стрелкой, обозначающей перпендикуляр к плоскости – сторону плоскости, на которой разрешено позиционирование ЦТИ робота. Плоскости срабатывания отображаются синим и зеленым цветами с небольшой стрелкой, указывающей на часть плоскости, на которой активны пределы **нормального** режима (см. 21.8. [Режимы безопасности на странице 118](#)). 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.

## 23.9. Базовые узлы программы

### 23.9.1. Перемещение

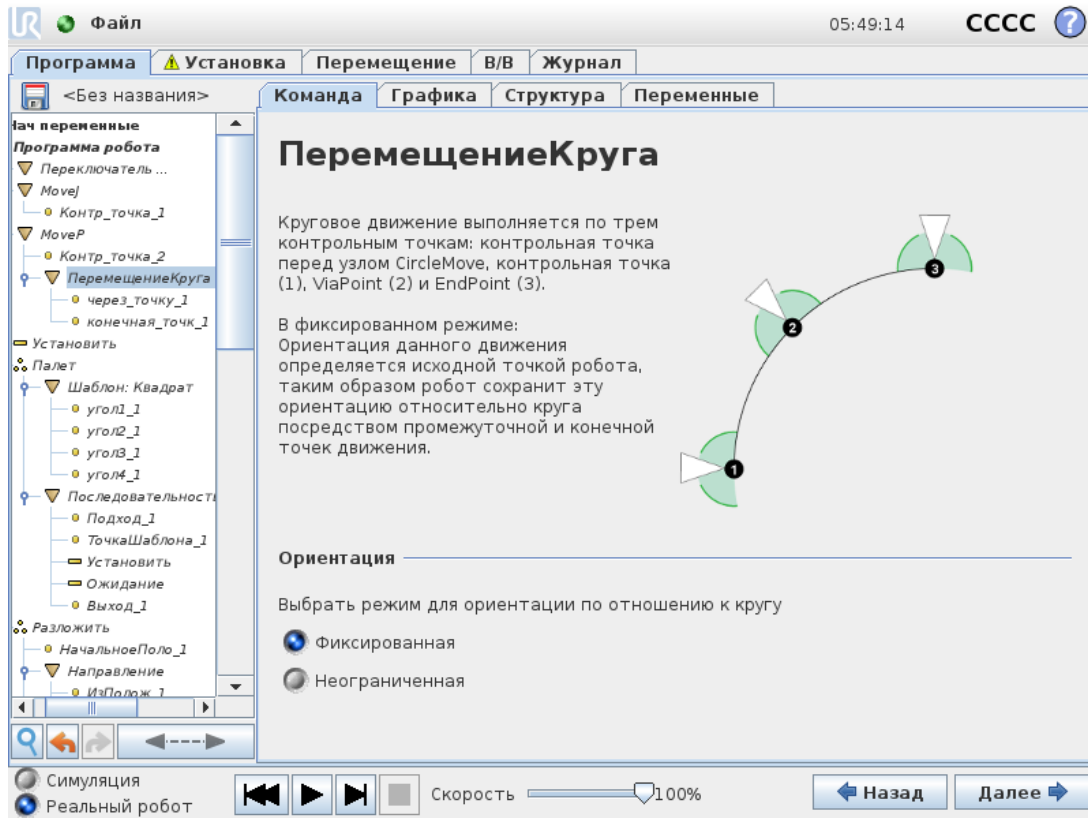


Команда **Перемещение** используется для управления движением робота с помощью ключевых контрольных точек. Контрольные точки должны быть включены в команду «Перемещение». Команда «Перемещение» определяет ускорение и скорость перемещения манипулятора робота между этими контрольными точками.

### Типы движений

Можно выбрать один из трех типов движения: **MoveJ**, **MoveL** или **MoveP**. Описание каждого типа движения 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 *град/с* и *град/с<sup>2</sup>* 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 *мм/с* и *мм/с<sup>2</sup>* соответственно, а также объект.
- **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.
- Для совершения кругового движения к **MoveP** можно добавить **Круговое Движение**. Робот начинает движение из своего текущего положения или исходной точки, проходит точку **через точку**, указанную на дуге окружности, и точку **конечная точка**, которой завершается круговое движение.  
Режим используется для расчета ориентации инструмента посредством дуги окружности. Режим бывает:
  - Фиксированный: для определения ориентации инструмента используется только исходная точка.
  - Неограниченный: чтобы определить ориентацию инструмента, исходная точка преобразовывается в точку **конечная точка**.



## Общие параметры

Общие параметры в правом нижнем углу экрана «Перемещение» применяются к движению от предыдущей позиции манипулятора робота к первой контрольной точке по команде, а оттуда к каждой из следующих точек. Настройки команды «Перемещение» не применяются к траектории, идущей из последней контрольной точки, заданной командой «Перемещение».

## 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 «Программа», чтобы установить ЦТИ, которую будет использовать контрольные точки.
2. В разделе «Команда» в раскрывающемся меню с правой стороны выберите тип движения.
3. В разделе «Перемещение» выберите параметр в раскрывающемся меню **Установка ЦТИ**.
4. Выберите функцию **Использовать активную ЦТИ** или выберите **пользовательскую**

**ЦТИ.**

Также можно выбрать **Игнорировать активную ЦТИ**.

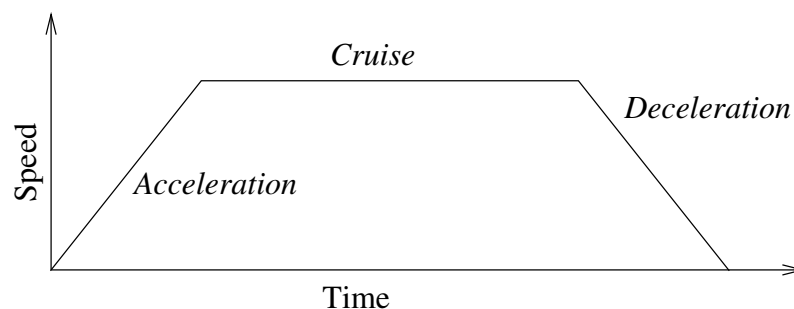
**Выбор объекта**

Зоны объектов, в которых будут находиться контрольные точки команды «Перемещение» при указании этих контрольных точек (см. раздел ). Это означает, что при установке контрольной точки программа запомнит координаты инструмента в зоне выбранного объекта. Существует ряд обстоятельств, требующих особого разъяснения:

Выбранный объект не влияет на относительные контрольные точки. Относительное движение всегда выполняется относительно ориентации **основания**.

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

Положение объекта можно изменить во время выполнения программы, назначив положение соответствующей переменной.

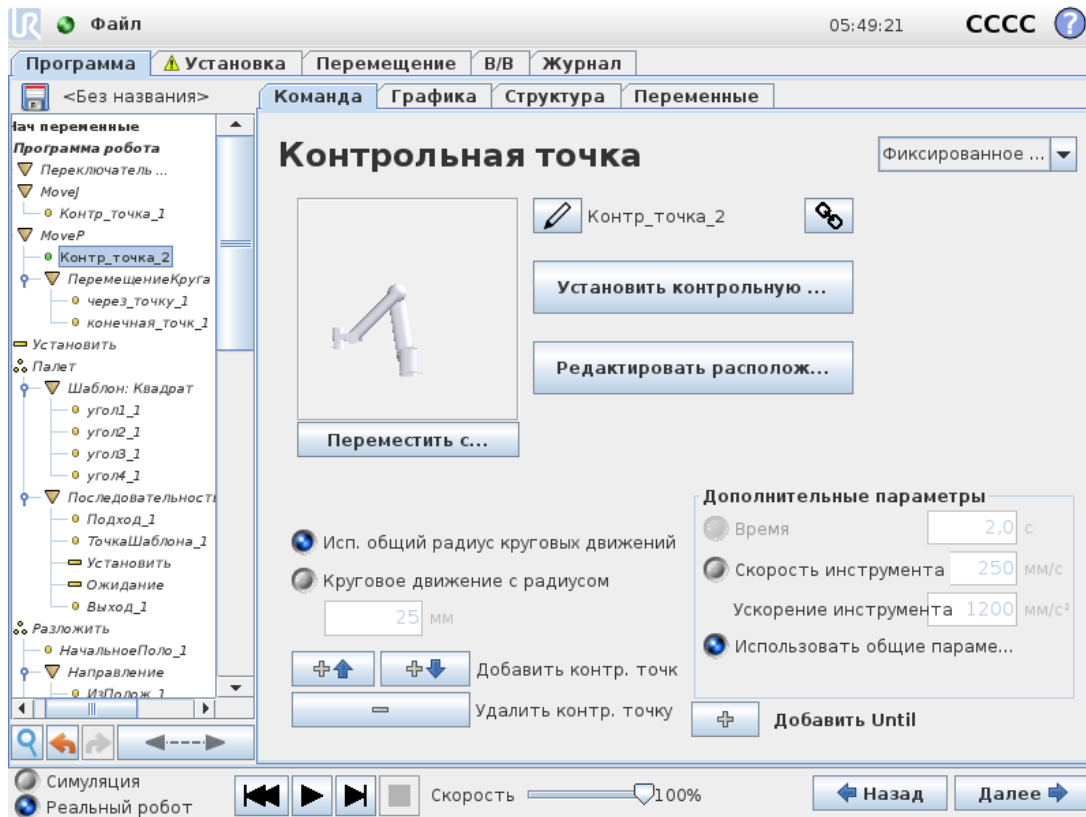


**12.1:** Профиль скорости движения. Кривая разделена на три сегмента: ускорение, перемещение и замедление. Уровень фазы перемещения задается настройкой скорости движения, а крутизна фаз ускорения и замедления задается параметром ускорения.

**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 сочленений** включена, ЦТИ и параметры объекта недоступны. Контрольные точки, определенные с помощью функции **Использование углов сочленений**, не регулируются при передаче программы между роботами.

## 23.9.2. Фиксированная контрольная точка



Точка на траектории робота. Контрольные точки – это самая важная часть программы манипулятора робота. Они указывают роботу, где он должен находиться. Для программирования контрольной точки с фиксированным положением необходимо физически переместить манипулятор робота в это положение.

### 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 «Программа» добавьте **узел перемещения**.
2. В узле перемещения с помощью раскрывающегося меню **Установка ЦТИ** установите ЦТИ.
3. В узле перемещения с помощью раскрывающегося меню **Объект** выберите объект.
4. В узле перемещения с помощью **режима обучения** или **подталкивания** переместите 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 «Ссылка» на контрольной точке).
2. Установите необходимую ЦТИ.
3. Установите необходимую деталь.

## Установка контрольной точки

### Названия контрольных точек

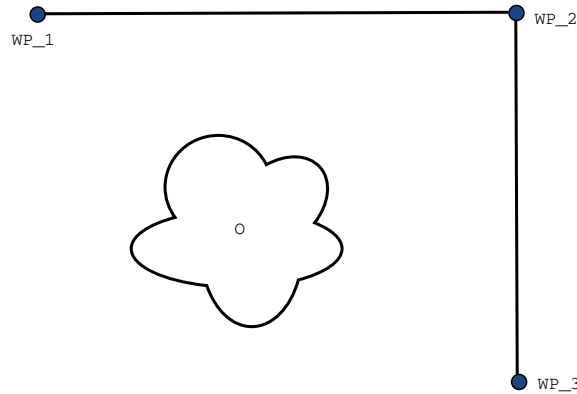
Контрольные точки автоматически получают уникальное название. Название может быть изменено пользователем. Нажатием значка звена можно связать контрольные точки и выполнить обмен информацией о положении. Другая информация о контрольной точке, например, радиус кругового движения, скорость и ускорение инструмента/сочленения, 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 12.2), где робот в настоящий момент находится в контрольной точке 1 (WP\_2). В создании пути, удовлетворяющего требованиям, участвуют три контрольных точки. WP\_3, робот должен двигаться к WP\_3 в направлении из контрольной точки 2 (WP\_2). Чтобы избежать столкновений с объектом и другими препятствиями (O) и взять объект в контрольной точке 3



**12.2:** *WP\_1* – начальное положение, *WP\_2* – промежуточная точка, *WP\_3* – положение захвата, *O* – препятствие.

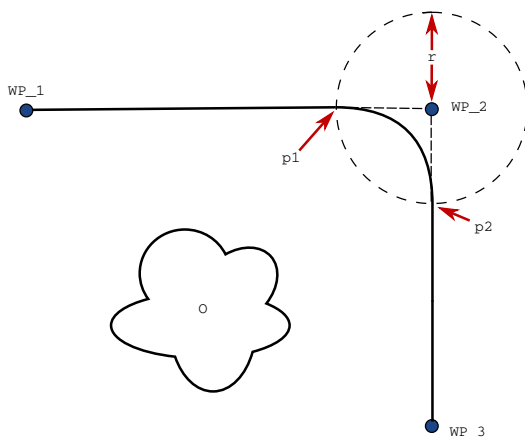
Без изменения других настроек робот будет останавливаться в каждой контрольной точке перед тем, как продолжить движение. Для данной задачи остановка в *WP\_2* не является оптимальным вариантом, поскольку для плавного поворота потребовалось бы меньше времени и энергии с соблюдением всех требований. Допустимо также, чтобы робот не доходил до *WP\_2* полностью, если переход от первой точки траектории ко второй происходит вблизи данного положения.

Остановки в *WP\_2* можно избежать, настроив круговое движение 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 кругового движения

Помимо контрольных точек на траекторию круговых движений влияет несколько параметров (см. рисунок 12.3):

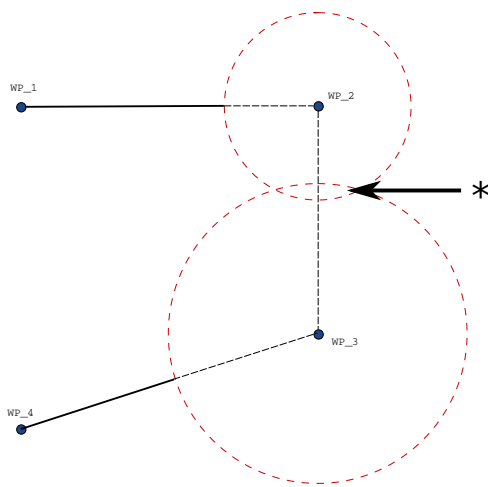
- радиус круговых движений ( $r$ ),
- начальная и конечная скорость робота (в положениях  $p_1$  и  $p_2$  соответственно),
- время движения (например, установка определенного времени для траектории повлияет на начальную/конечную скорость робота),
- виды траекторий для кругового движения от и к (`MoveL`, `MoveJ`).



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

Если задан радиус круговых движений, то траектория движения манипулятора робота плавно обогнет контрольную точку, не давая манипулятору робота остановиться в ней.

Круговые движения не могут пересекаться, поэтому нельзя установить радиус круговых движений, который будет пересекаться с радиусом круговых движений предыдущей и следующей контрольной точки, как показано на рисунке 12.4.



12.4: Перекрытие радиуса кругового движения не допускается (\*).

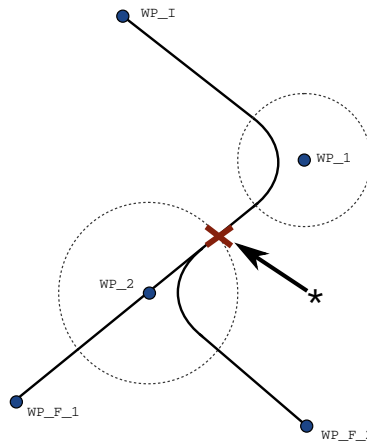
### Условные траектории круговых движений

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 12.5 на круговое движение вокруг  $WP_1$  влияет  $WP_2$ . Есть два возможных конечных положения, поэтому, чтобы определить следующую контрольную точку для круговых движений, робот должен проанализировать текущее значение «digital\_input[1]» уже в начале выполнения круговых движений. Результат этого становится более очевидным при круговом движении вокруг  $WP_2$  в данном примере. Это означает, что условие **если...тогда**

Авторское право ©2009–2020 - Universal Robots A/S. Все права защищены.

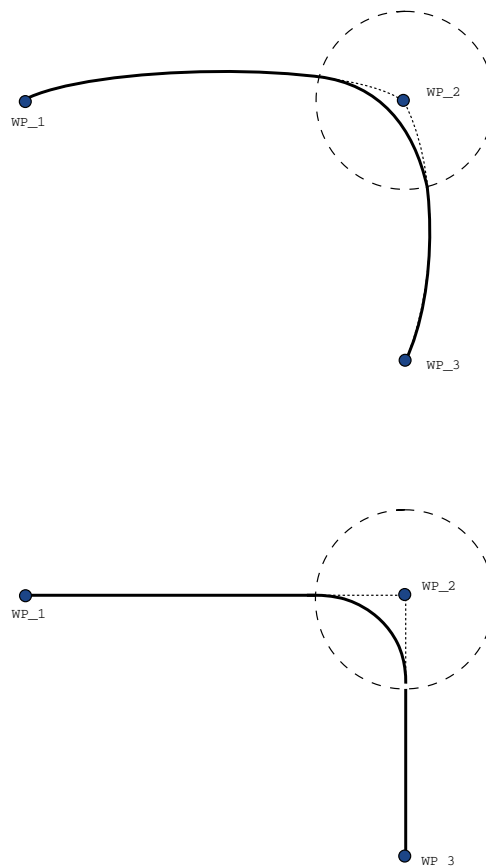
(или другие необходимые операторы для определения следующей контрольной точки, например, переменные контрольные точки) анализируется перед тем, как робот фактически достигнет  $WP\_2$ , что не совсем очевидно, если рассматривать запрограммированную последовательность. Если контрольная точка является точкой останова и сопровождается условиями для определения следующей контрольной точки (например, команда I/O), то выполнение условия происходит, когда манипулятор робота останавливается в этой контрольной точке.

```
MoveL
  WP_I
  WP_1 (blend)
  WP_2 (blend)
  if (digital_input[1]) then
    WP_F_1
  else
    WP_F_2
```



**12.5:**  $WP\_I$  — начальная контрольная точка; возможны две конечных контрольных точки  $WP\_F\_1$  и  $WP\_F\_2$  в зависимости от условия. Условие *if* анализируется, когда манипулятор робота начинает второе круговое движение (\*).

## Траектории круговых движений



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

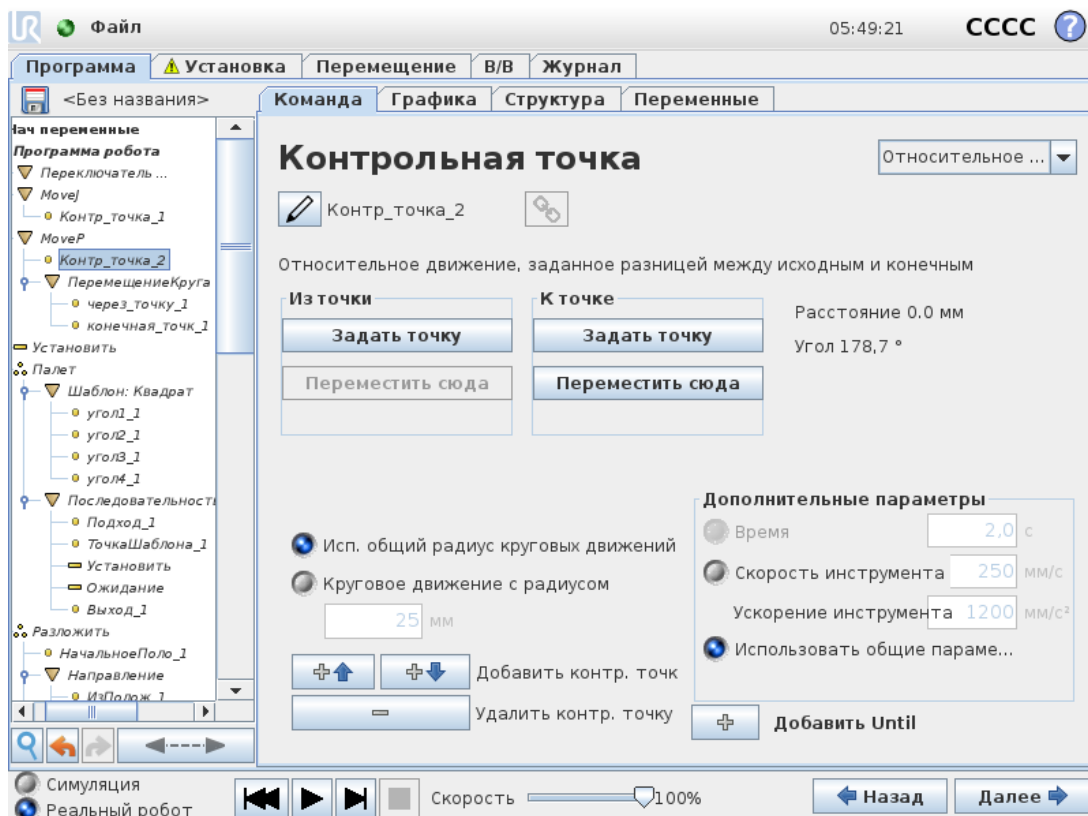
В зависимости от типа перемещения (MoveL, MoveJ, или MoveP) создаются разные траектории круговых движений.

- **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 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. Такие круговые движения дают более плавные и быстрые траектории, 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).

### 23.9.3. Относительная контрольная точка

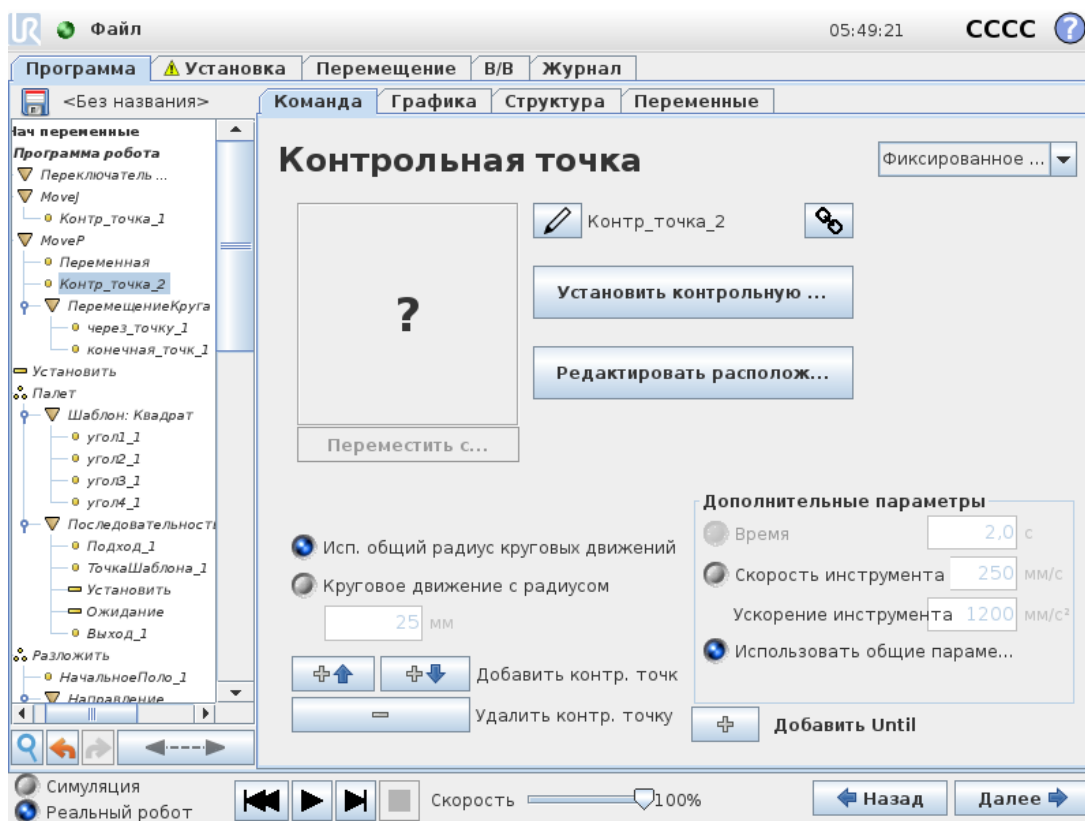


Контрольная точка, положение которой задано относительно предыдущего положения манипулятора робота (например, «на два сантиметра левее»). Относительное положение определяется разностью между двумя заданными положениями (слева или справа).

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.

### 23.9.4. Переменная контрольная точка



Контрольная точка, положение которой задано переменной, в данном случае – «calculated\_pos». Переменная должна быть *расположением*, например: `var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. Первые три значения – это оси *x,y,z*, а последние три – ориентация, заданная в виде *вектора вращения*, заданного вектором *gx,gy,gz*. Длина оси – это угол в радианах, на который будет выполнен поворот, а сам вектор представляет собой ось, вокруг которой будет идти вращение. Положение всегда дается относительно контрольной рамы или в системе координат, которая определяется выбранной деталью. Если радиус кругового движения установлен на фиксированной контрольной точке и предшествующие и последующие контрольные точки являются переменными или если радиус кругового движения установлен на переменной контрольной точке, в таком случае радиус кругового движения не может быть проверен на перекрытие (см. раздел [Параметры кругового движения на странице 152](#)). Если при запуске программы радиус кругового движения перекрывается с точкой, робот пропустит перемещение и перейдет к следующему.

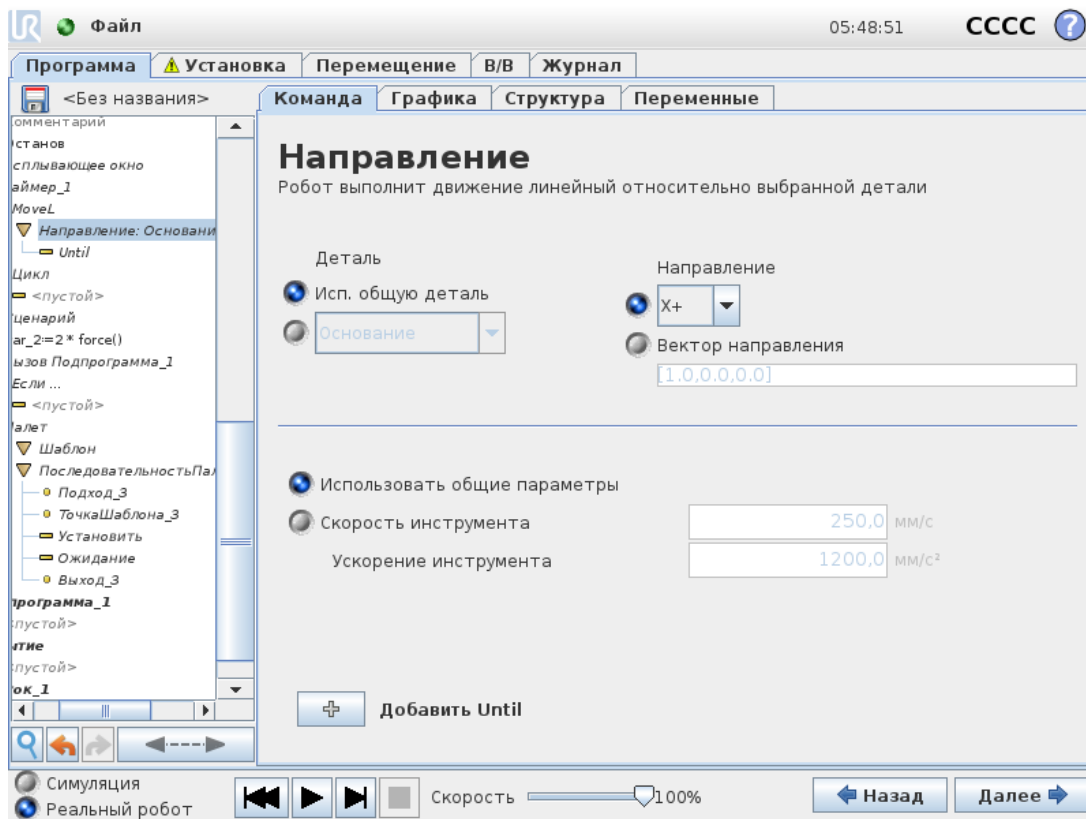
Например, так можно сместить робота на 20 мм по оси Z инструмента:

```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
Move1
```

```
Waypoint_1 (variable position):
  Use variable=var_1, Feature=Tool
```

## 23.9.5. Направление

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



### Добавление направления движения

1. В разделе «Основной», нажмите **Направление** и добавьте линейное движение в дерево программы.
2. В поле «Направление» в разделе «Функция» определите линейное движение.

### Остановка направления движения

1. В поле «Направление» нажмите кнопку **Добавить Until** — это позволит определить и добавить критерий остановки в дерево программы.

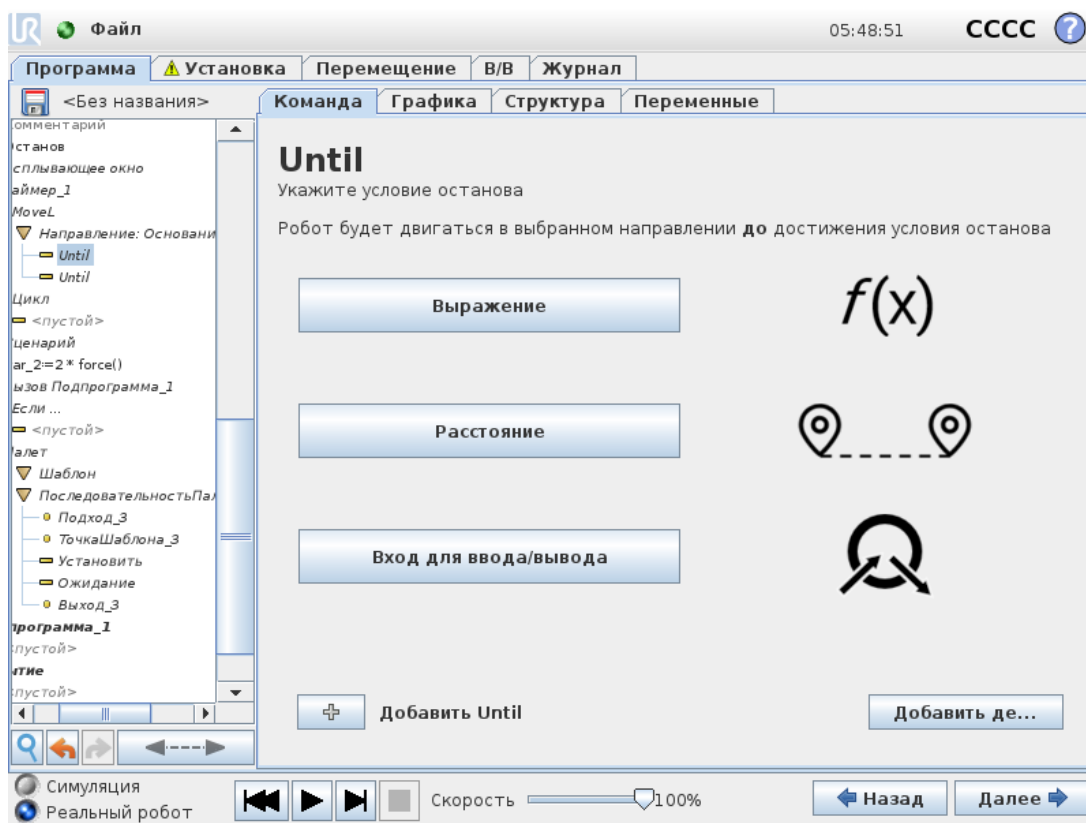
Чтобы задать вектор линейного движения, можно добавить настройку «Вектор движения» для параметров **Скорость инструмента** и **Ускорение инструмента**. Примеры использования:

- определение линейного движения относительно осей с несколькими функциями;
- вычисление 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.

### 23.9.6. Until

Программный узел **Until** определяет критерий остановки движения. Робот движется по пути и останавливается, когда обнаружен контакт. Узлы «До» 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 **Until**.



В поле **Until** можно задать следующие критерии остановки:

- **Расстояние** Этот узел можно использовать для остановки движения «Направление», если робот переместился на определенное расстояние. Скорость замедляется, и робот останавливается строго на заданном расстоянии.
- **Контакт с инструментом** (См. [23.9.7. До контакта с инструментом на следующей странице.](#)) Этот узел можно использовать, чтобы остановить движение, после того как инструмент робота обнаружит контакт.
- **Выражение** Этот узел можно использовать для остановки движения согласно пользовательскому программному выражению. 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.

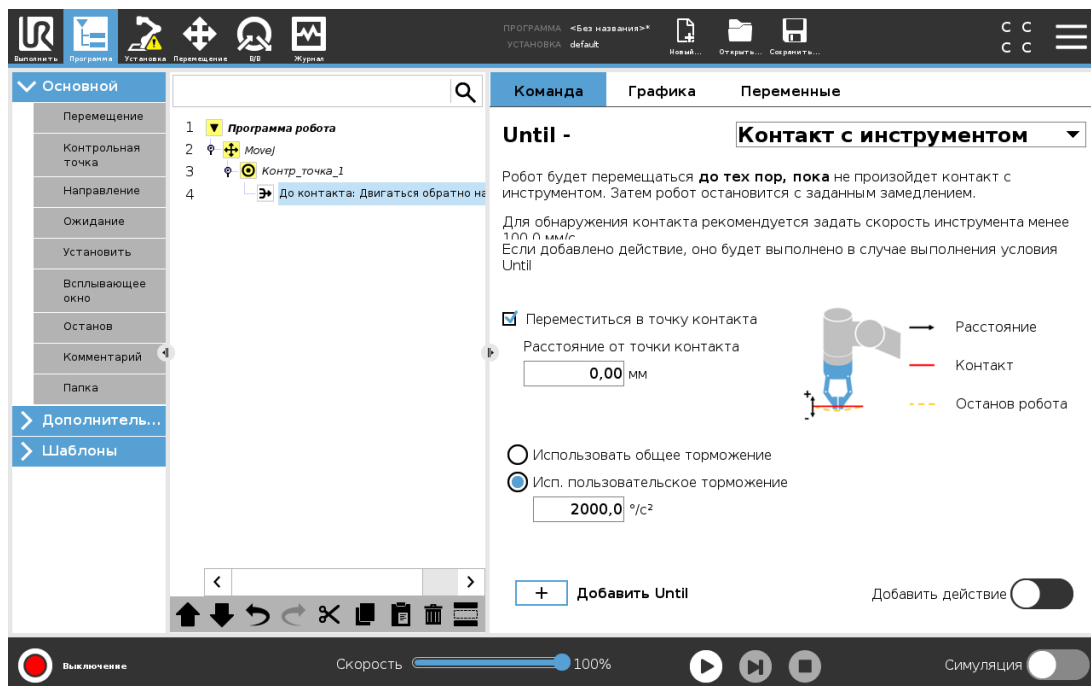
### 23.9.7. До контакта с инструментом

Узел программы **Until – контакт с инструментом** позволяет останавливать движение робота, когда обнаружен контакт с инструментом. Вы можете задать торможение остановки и обратное движение инструмента.



#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

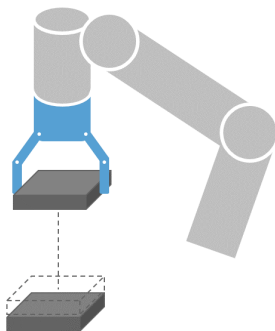
Скорость движения по умолчанию слишком высока для обнаружения контакта. Более высокая скорость движения приводит к срабатыванию защитного останова до того, как срабатывает условие «Контакт с инструментом». Чтобы избежать срабатывания защитного останова, снизьте скорость движения. Например: 100 м/с.



#### ПРИМЕЧАНИЕ

«До контакта с инструментом» может не сработать при вибрации установленного инструмента. Например: вакуумный захват со встроенным насосом может вызвать быстрые вибрации.

Вы также можете использовать узел «До контакта с инструментом» для задач наподобие укладки/раскладывания, где «До контакта с инструментом» определяет высоту уложенных предметов.



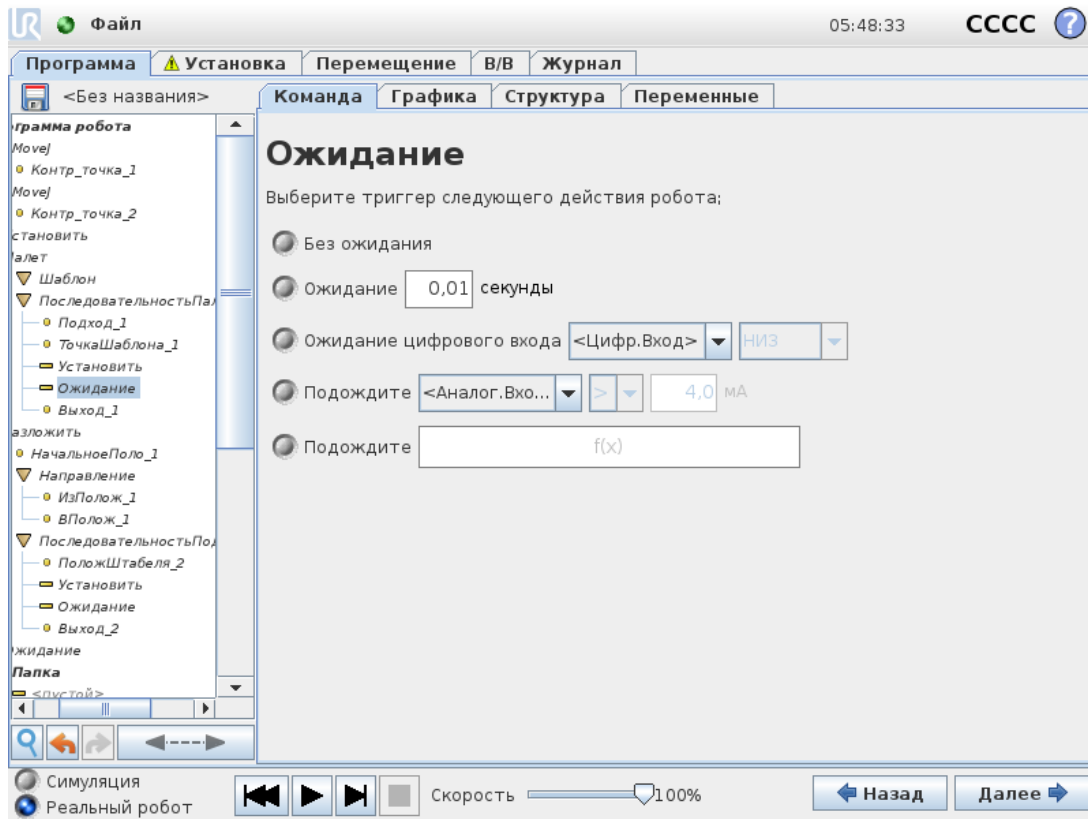
## Двигаться обратно до контакта

Используйте параметр **Двигаться обратно до контакта**, чтобы робот вернулся к начальной точке контакта. Вы также можете задать дополнительное обратное движение, чтобы робот двигался в сторону от точки контакта или к ней. Это полезно для тех случаев, когда захвату необходимо свободное пространство для перемещения или необходимо зажимное действие.

## Действие

**Добавить действие** позволяет добавлять узел программы, если соблюдено определенное условие **Until**. Например, «До контакта с инструментом» может задействовать захватывающее действие захвата. Если **действие** не определено, то выполнение программы переходит к следующему узлу программы в дереве программ.

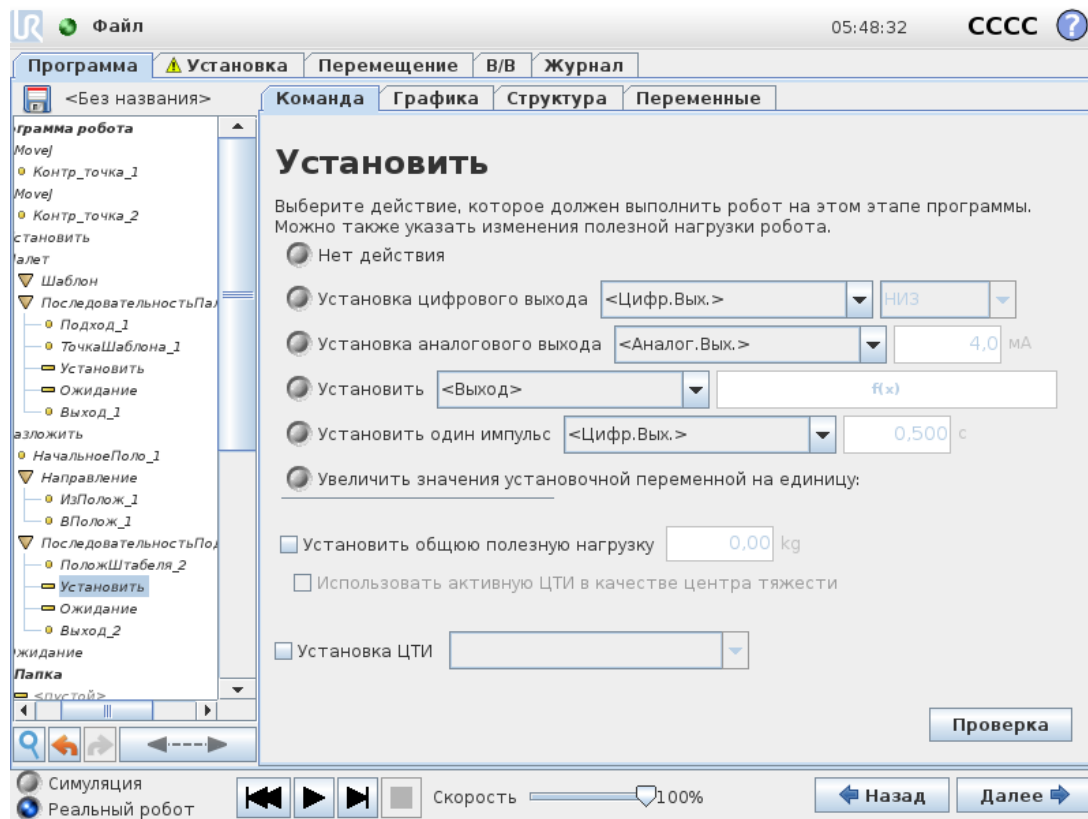
### 23.9.8. Ожидание



**Ожидание** приостанавливает сигнал входа/выхода или выражение на заданное время. Если выбрано **Без ожидания**, ничего не происходит.

Примечание. Как только инструмент связи инструмента (ИСИ) включается, аналоговый вход инструмента становится недоступен для выражений и выбора варианта **Ожидание**.

## 23.9.9. Установить



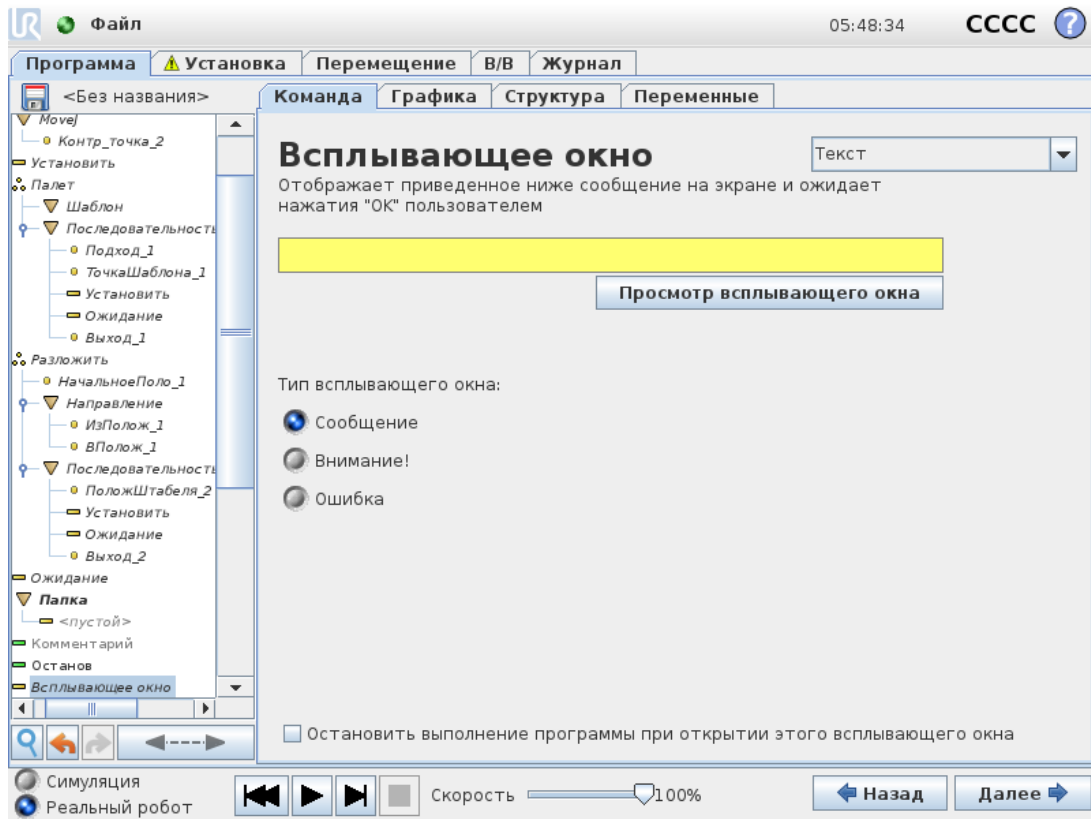
Устанавливает для данного значения цифровые или аналоговые выходы. Цифровые выходы можно сконфигурировать для отправки отдельного импульса.

Используйте команду «Установить» 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.

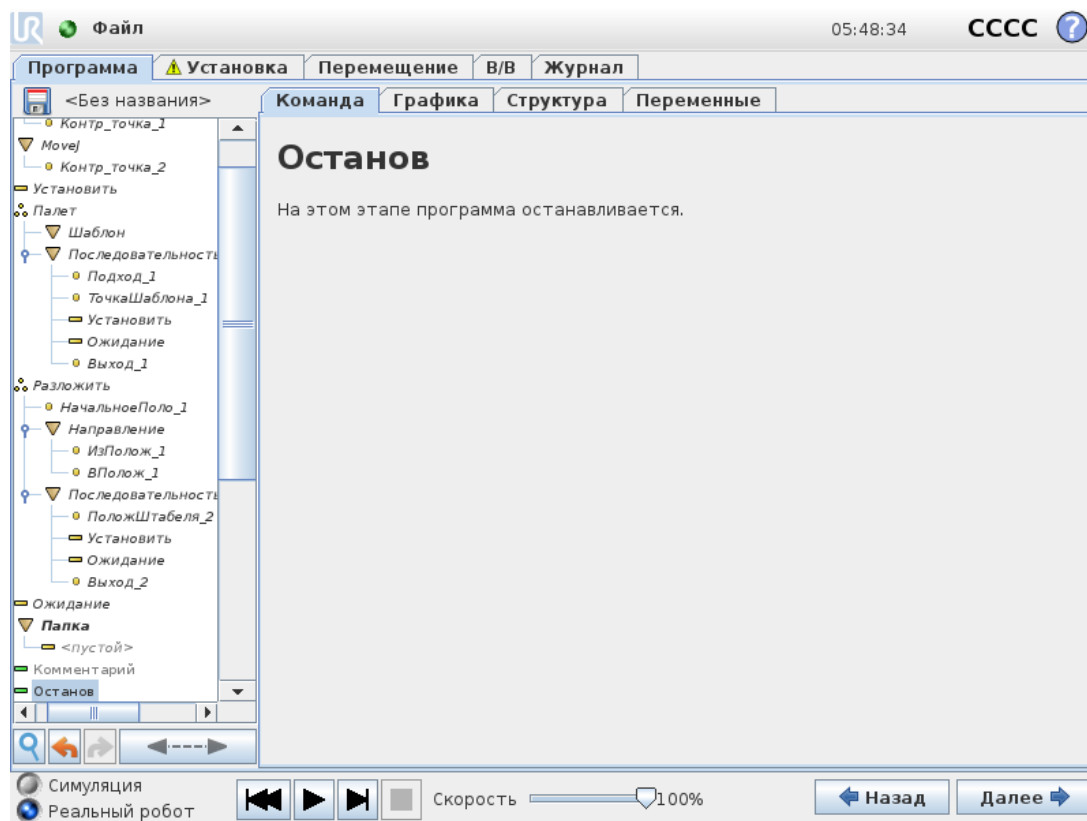
Если во время написания программы активная ЦТИ для конкретного движения известна, то можно воспользоваться выбором ЦТИ, нажав на **Перемещение** в боковом меню слева (см. ). Подробнее о настройке именованных ЦТИ см. раздел [24.2. Конфигурация ЦТИ на странице 207](#).

## 23.9.10. Всплывающее окно



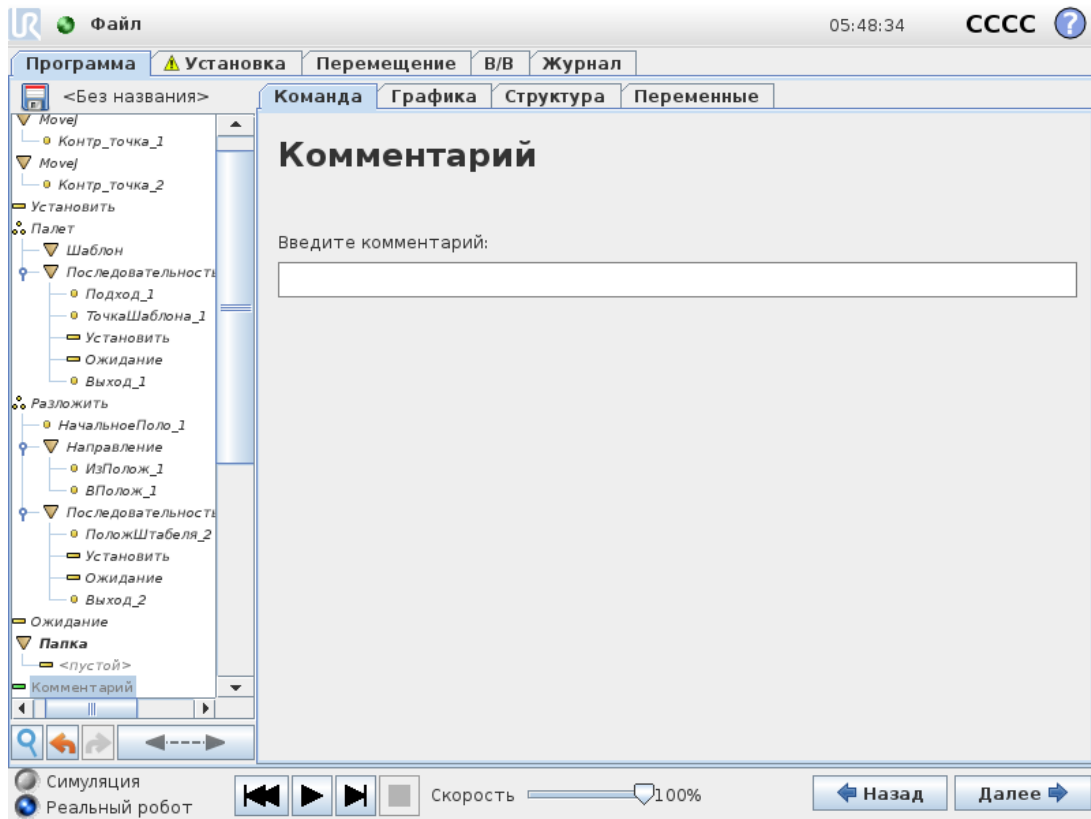
Всплывающее окно – это сообщение, которое отображается на экране при достижении программой команды, отвечающей за его отображение. Стиль сообщения можно выбрать, а сам текст ввести с помощью экранной клавиатуры. Прежде чем продолжить выполнение программы, робот будет ожидать, пока пользователь (оператор) нажмет кнопку «OK» под всплывающим окном. При выборе элемента «Остановить выполнение программы» программа робота будет остановлена при отображении этого всплывающего сообщения.  
 Примечание. Длина сообщений не может превышать 255 знаков.

## 23.9.11. Останов



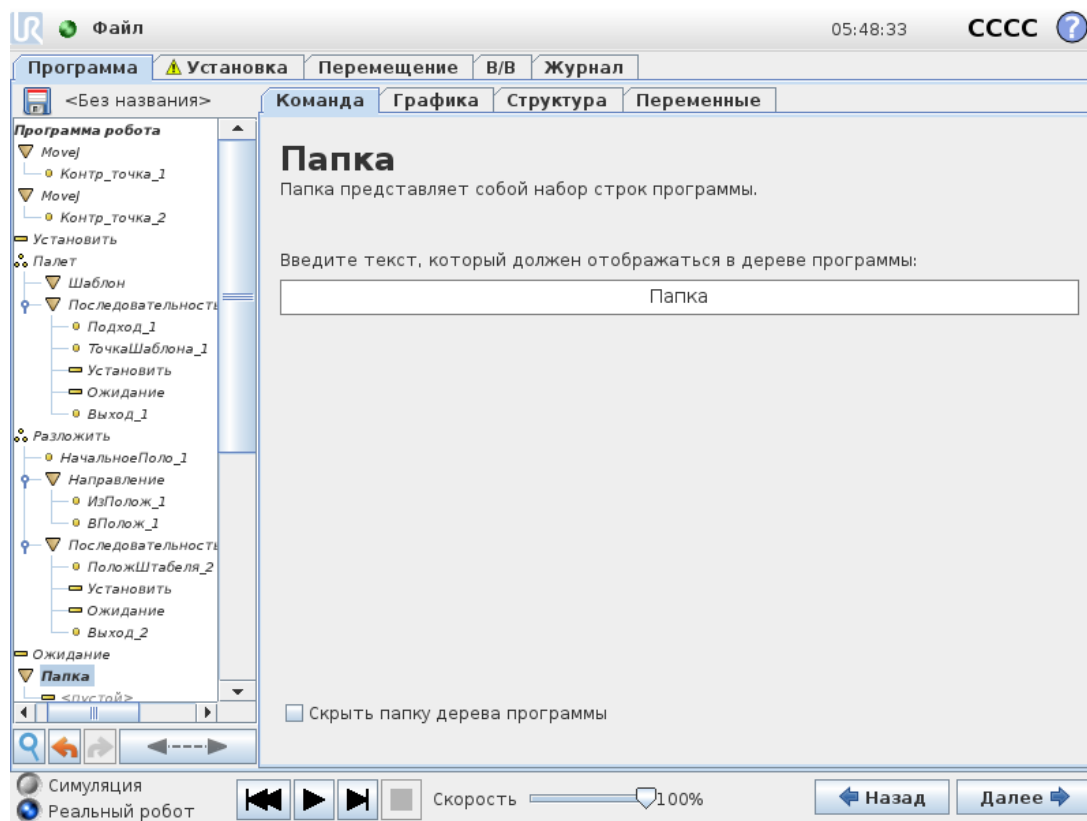
На этом этапе программа останавливается.

## 23.9.12. Комментарий



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

## 23.9.13. Папка

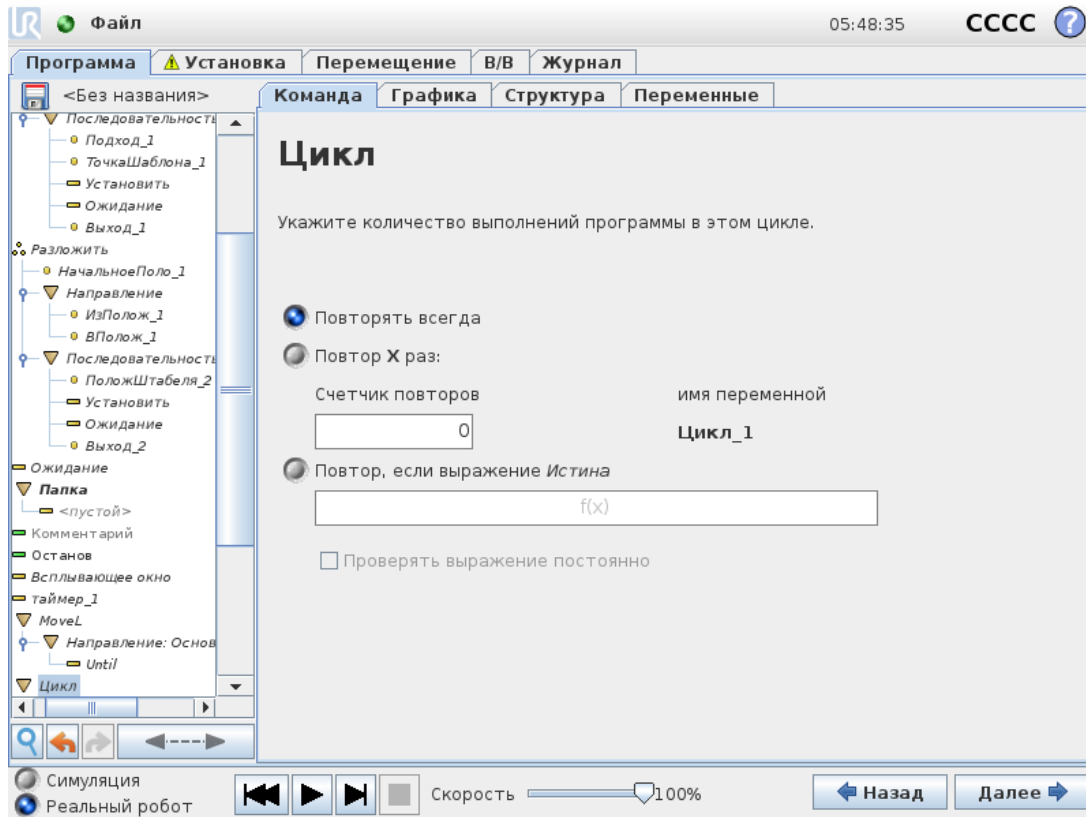


**Папка** используется для упорядочения и добавления меток для определенных частей программы, для наведения порядка в дереве программы и для более удобного чтения программы и перемещения по ней.

**Папки** не влияют на программу и ее выполнение.

## 23.10. Расширенные узлы программы

### 23.10.1. Цикл

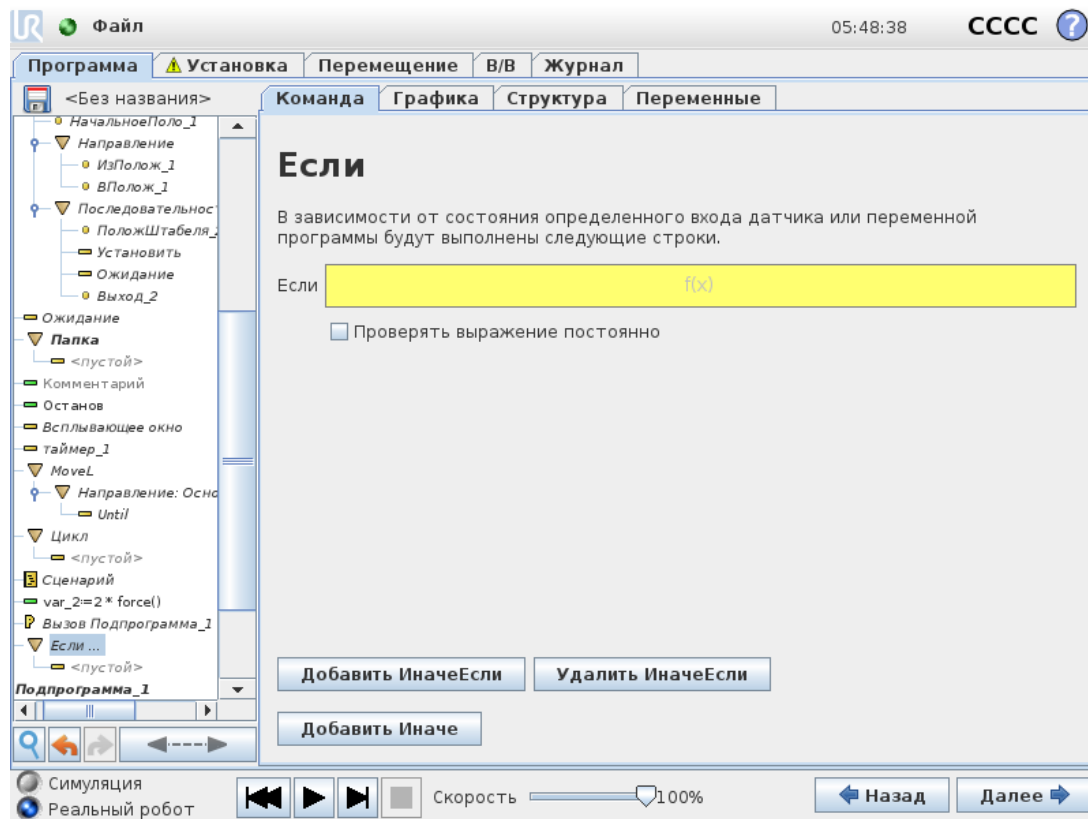


Создает цикл ключевых команд программы. В зависимости от выбора ключевые команды программы будут заключены в бесконечный цикл, в цикл из определенного числа повторений или в цикл, действующий при истинном значении условия. При создании цикла из определенного числа повторений создается специальная переменная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

Если при создании цикла в качестве условия завершения используется выражение, то PolyScore позволяет включить непрерывную проверку этого выражения, что обеспечивает прерывание цикла в любое время при его выполнении, а не только после каждого повторения.

### 23.10.2. Если

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



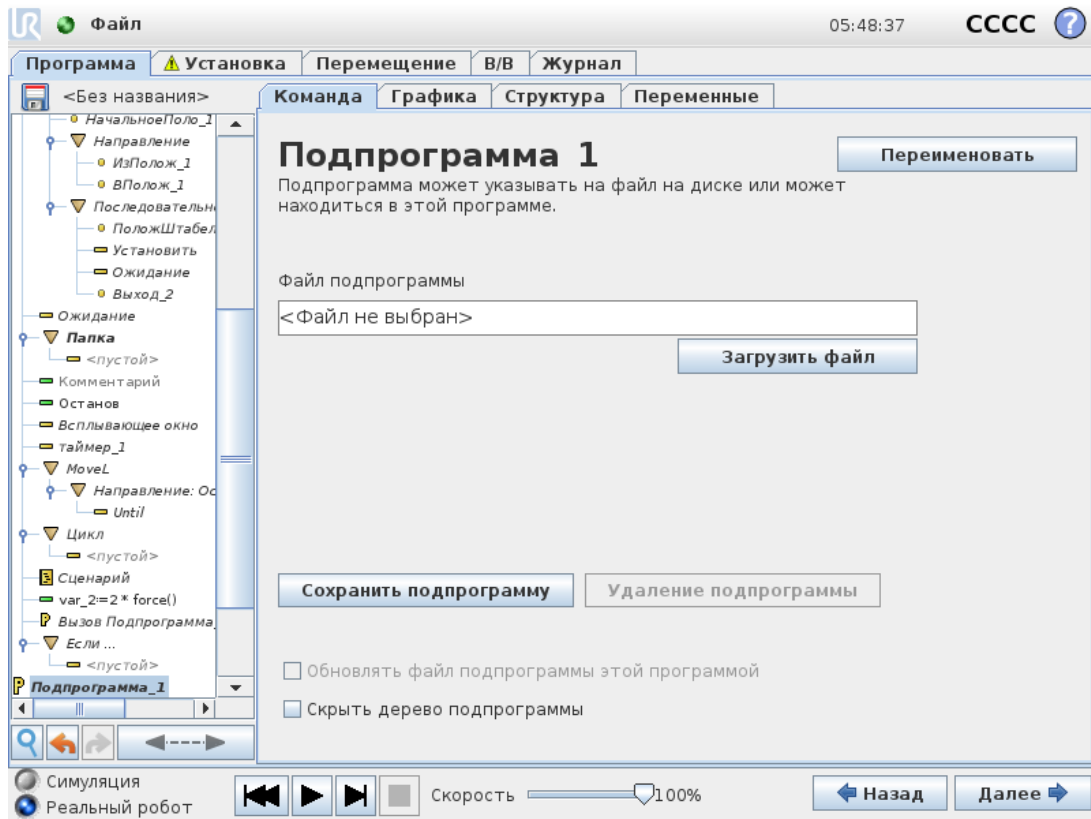
Выберите условие в редакторе выражений и составьте выражения с «Если». Если условие определено как истинное, выражения данной команды «Если» будут выполнены. Выражение «Если» может иметь только одно выражение «Иначе». Чтобы добавлять и удалять выражения «ИначеЕсли» используйте «Добавить ИначеЕсли» и «Удалить ИначеЕсли». Чтобы проверять выражения «Если», «ИначеЕсли» и «Цикл» во время выполнения строк, содержащих эти выражения, выберите «Проверять выражение постоянно». Если выражение в «Если» после проверки окажется неверным, то дальше будет выполнена проверка выражений «ИначеЕсли» или «Иначе».



#### ПРИМЕЧАНИЕ

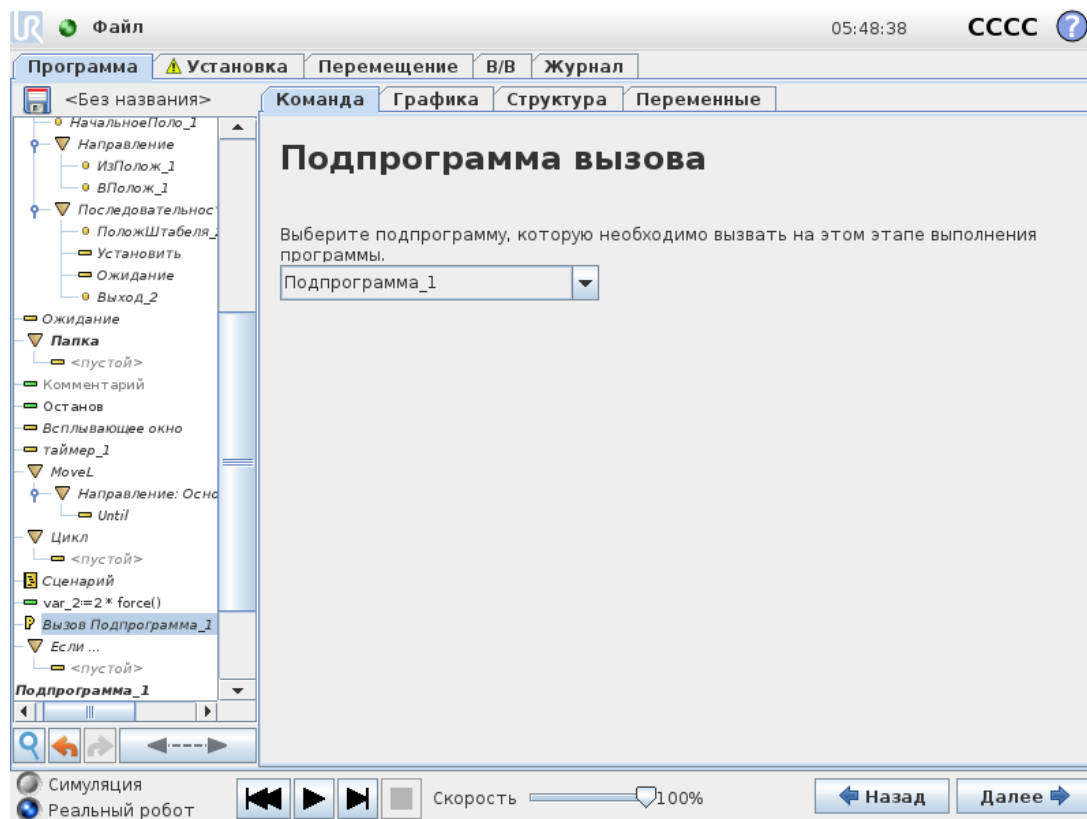
Если имеются контрольные точки внутри выражения «Если» или «Цикл» с параметром «Проверять выражение постоянно», то можно добавить команды «stopj()» или «stopl()» после выражения, чтобы плавно остановить манипулятор робота. Это применимо как для команд «Если», так и для команд «Цикл» (см. раздел [23.10.1. Цикл на предыдущей странице](#)).

### 23.10.3. Подпрограмма



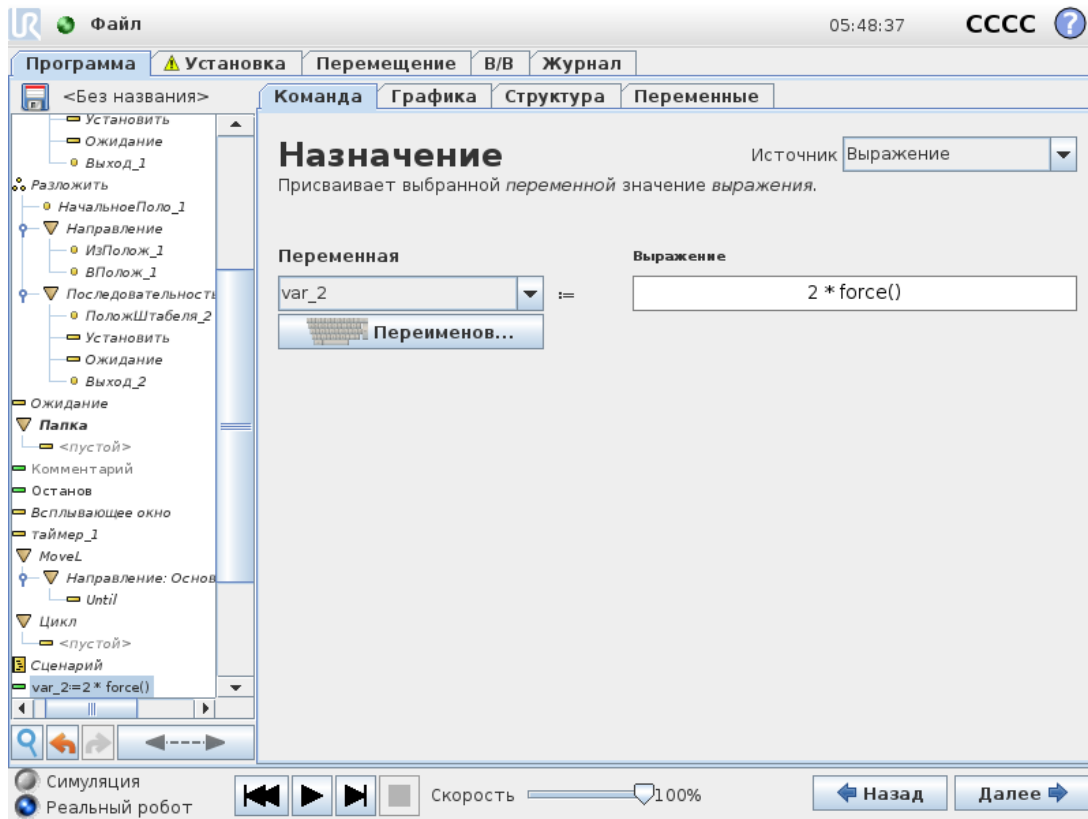
В подпрограмме можно хранить части программы, которые требуются в нескольких местах. Подпрограмма может быть отдельным файлом на диске, который можно скрыть для защиты от случайных изменений подпрограммы.

## Вызов подпрограммы



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

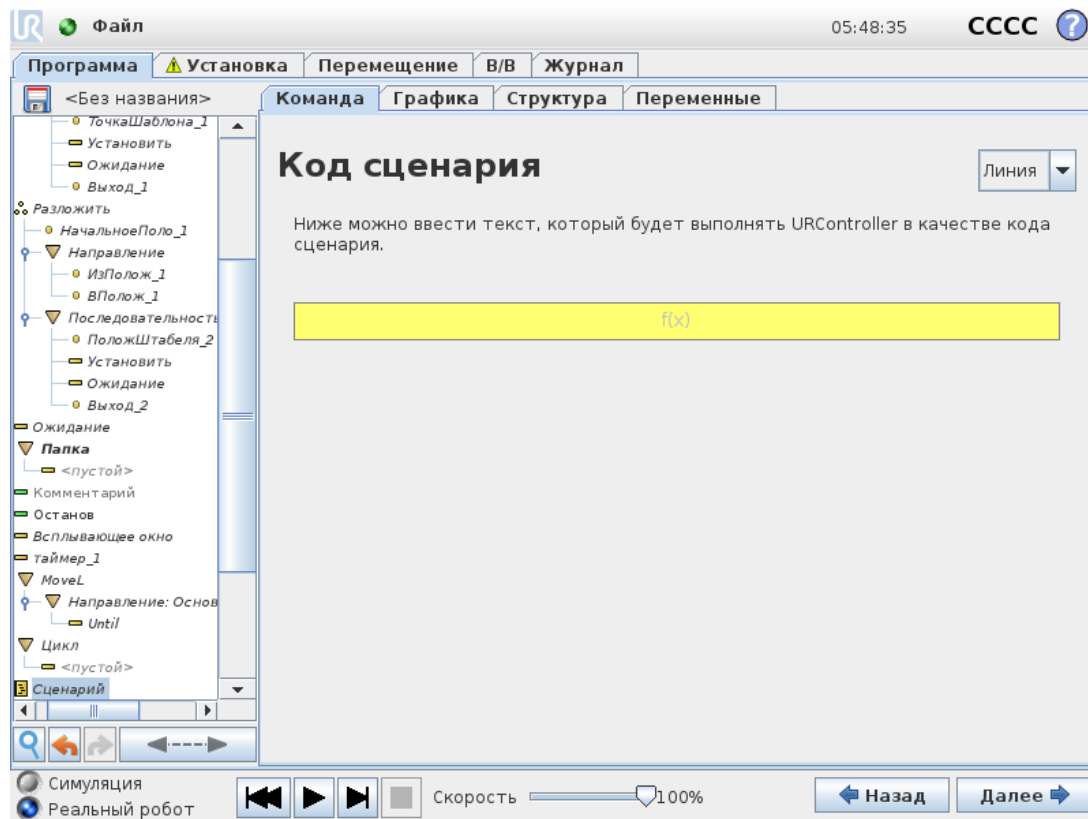
### 23.10.4. Назначение



Присвоение значений переменным. Значение переменной может быть результатом выражений, созданных в редакторе выражений (см. раздел [23.3. Редактор выражений на странице 140](#)).

Также можно запросить значение переменной у оператора. При запросе значения у оператора можно отобразить сообщение оператору для проверки ввода согласно стандартным типам переменных.

## 23.10.5. Сценарий



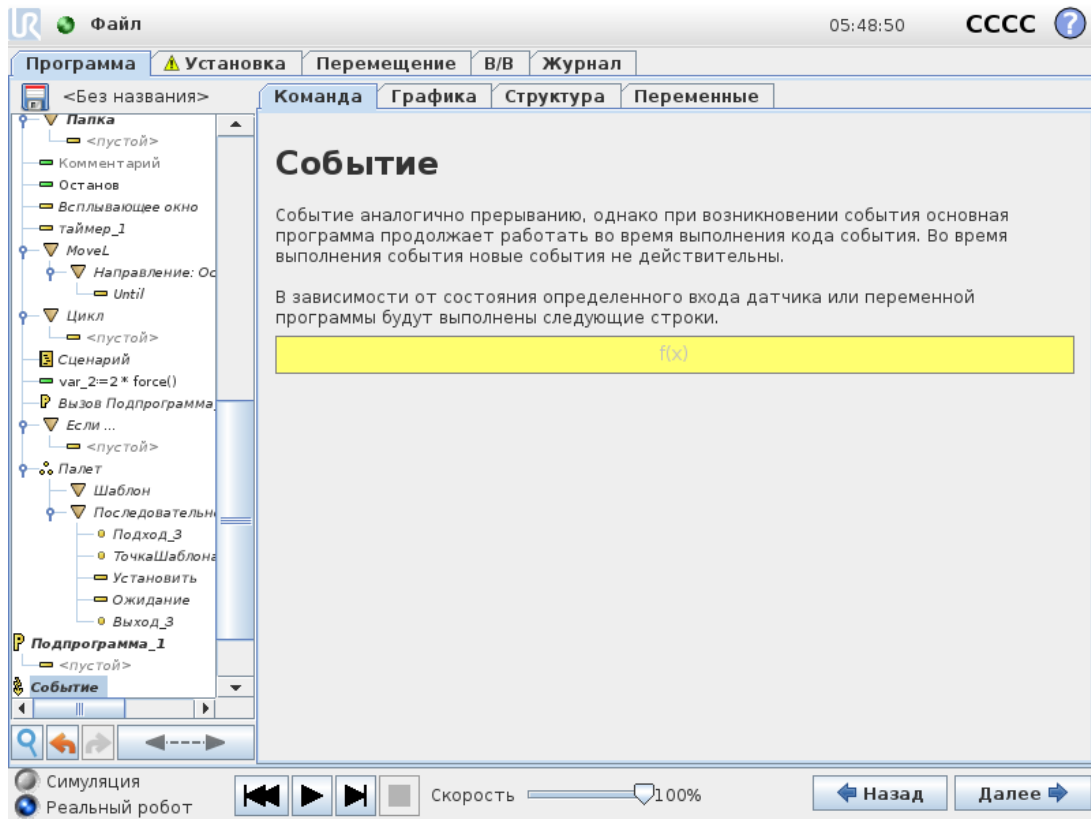
В разделе «Команда» в раскрывающемся списке доступны следующие параметры:

- **Строка** позволяет составить одну строку кода URscript при помощи редактора выражений (см 23.3. Редактор выражений на странице 140).
- **Файл** позволяет составлять, править и загружать файлы URscript.

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

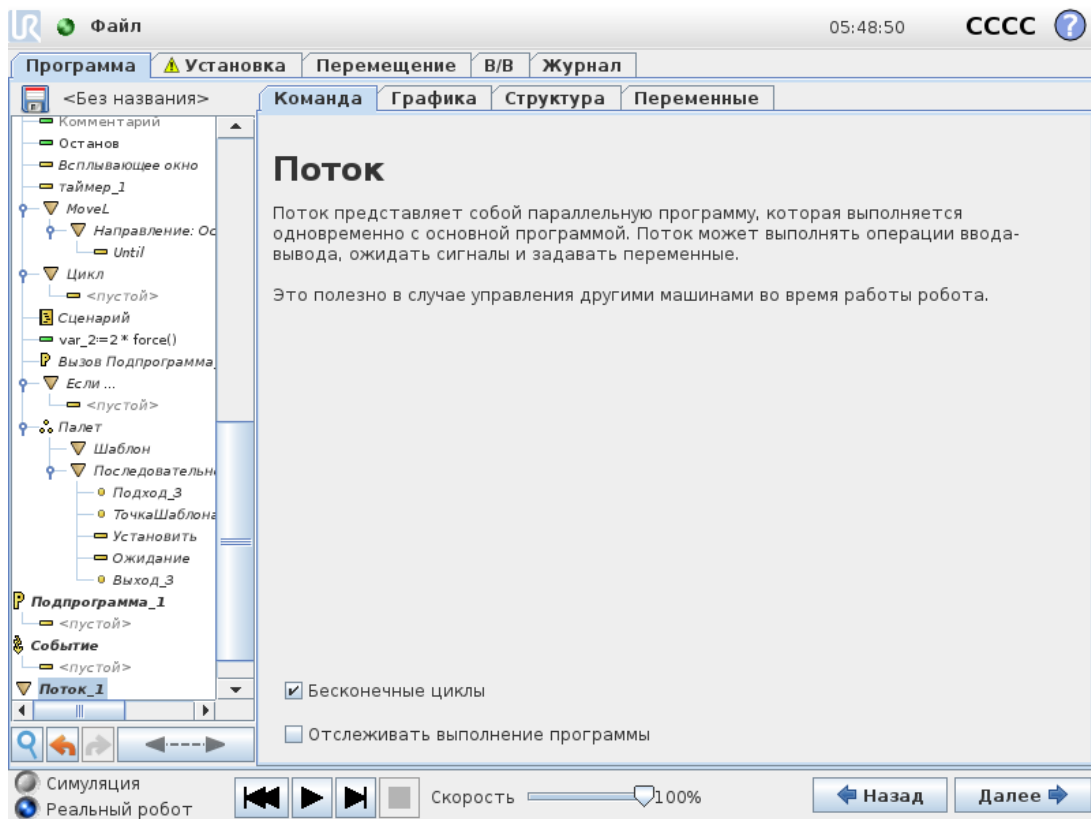
Функции и переменные, указанные в файле URscript, можно использовать во всей программе в PolyScope.

## 23.10.6. Событие



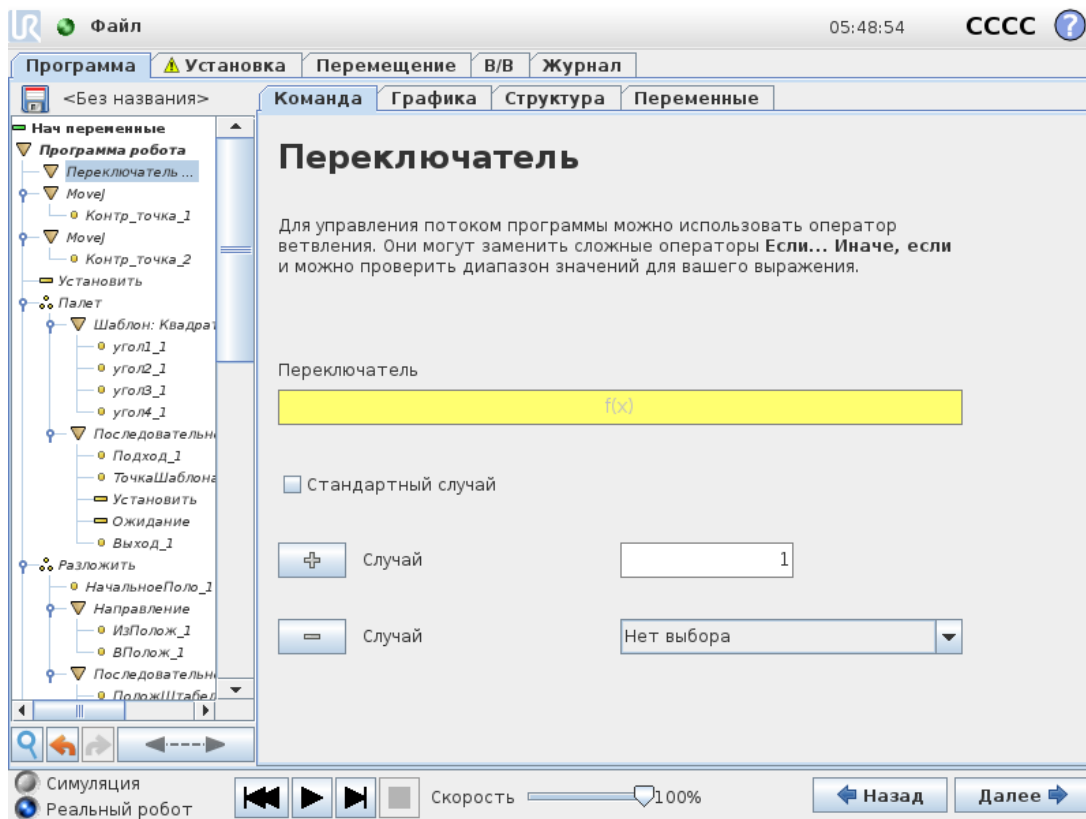
Событие можно использовать для отслеживания входного сигнала, а также для выполнения определенного действия или установки переменной, если входной сигнал становится высоким. Например, если входной сигнал становится высоким, программа, управляемая событиями, может подождать 200 мс, а затем снова сделать 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).

## 23.10.7. 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.

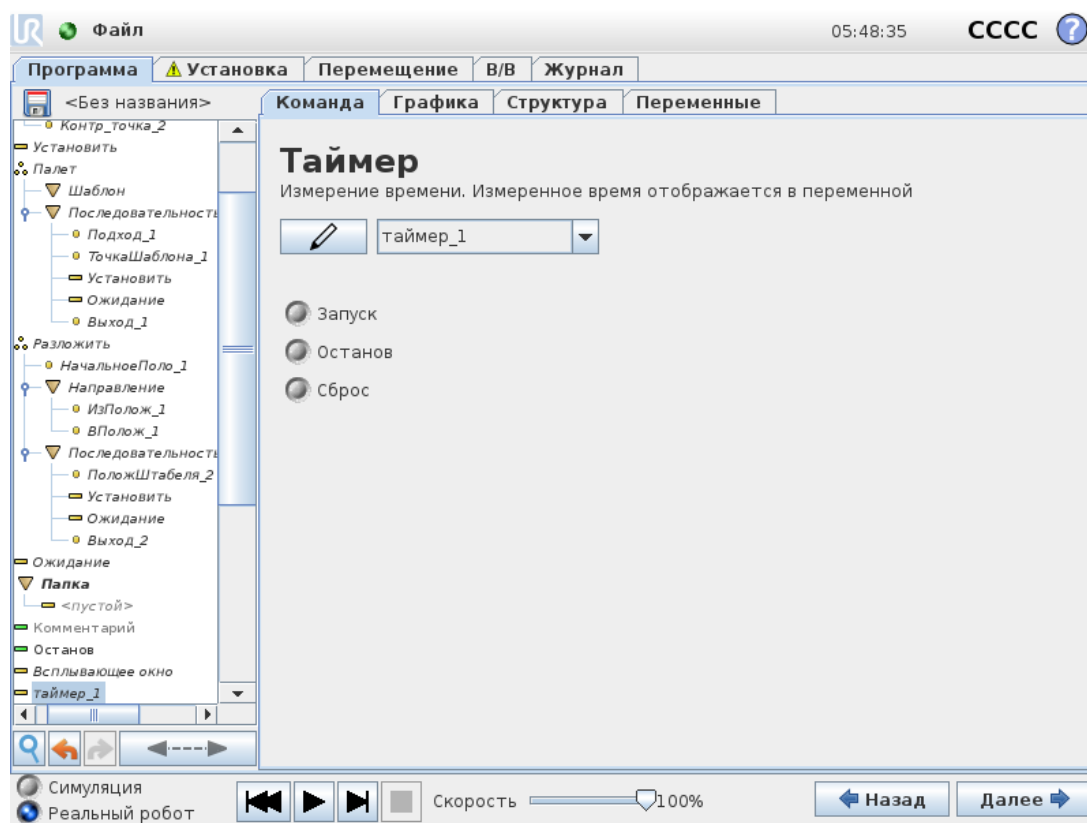
## 23.10.8. Переключатель



Конструкция **оператора ветвления** может изменять 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, будут выполняться строки для этого случая. Если был указан стандартный случай, то его строки будут выполняться, только если не было найдено других соответствующих случаев.

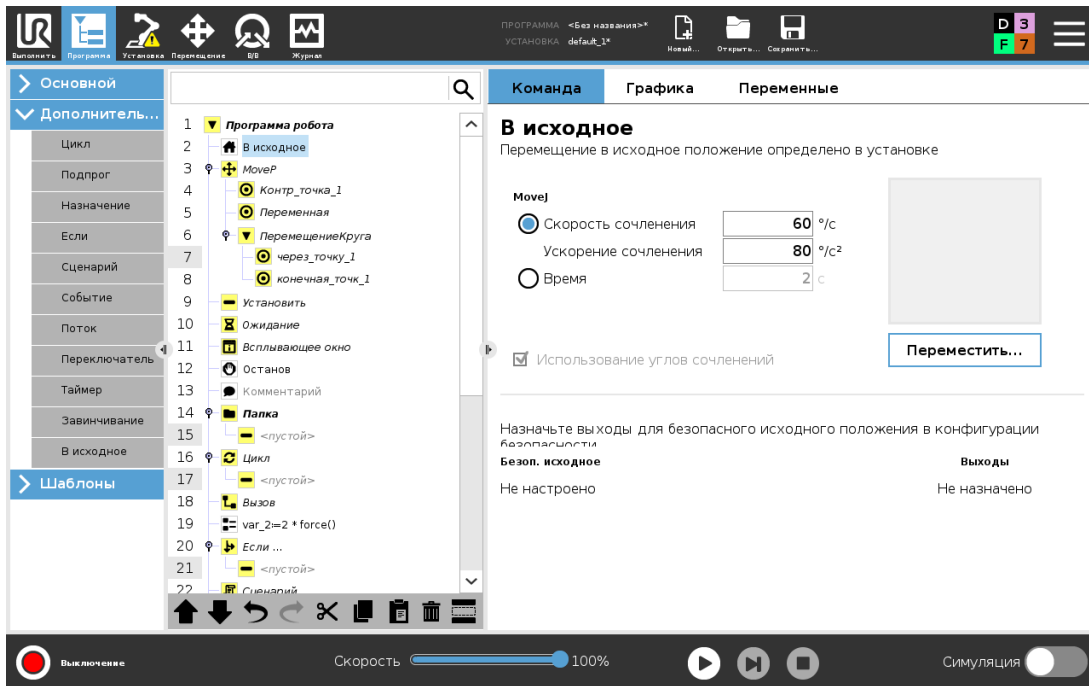
Каждый «Переключатель» может содержать несколько команд «Случай» и одну команду «Стандартный случай». Переключатели могут иметь только один экземпляр определенных значений «Случай». Случаи можно добавить с помощью кнопок на экране. Команду «Случай» можно удалить из экрана для переключателя.

## 23.10.9. Таймер



Таймер измеряет время, необходимое для выполнения определенных действий программы. Программная переменная содержит время, прошедшее с момента запуска таймера, и отображается на вкладках «Переменные» и «Выполнить».

## 23.10.10. В исходное



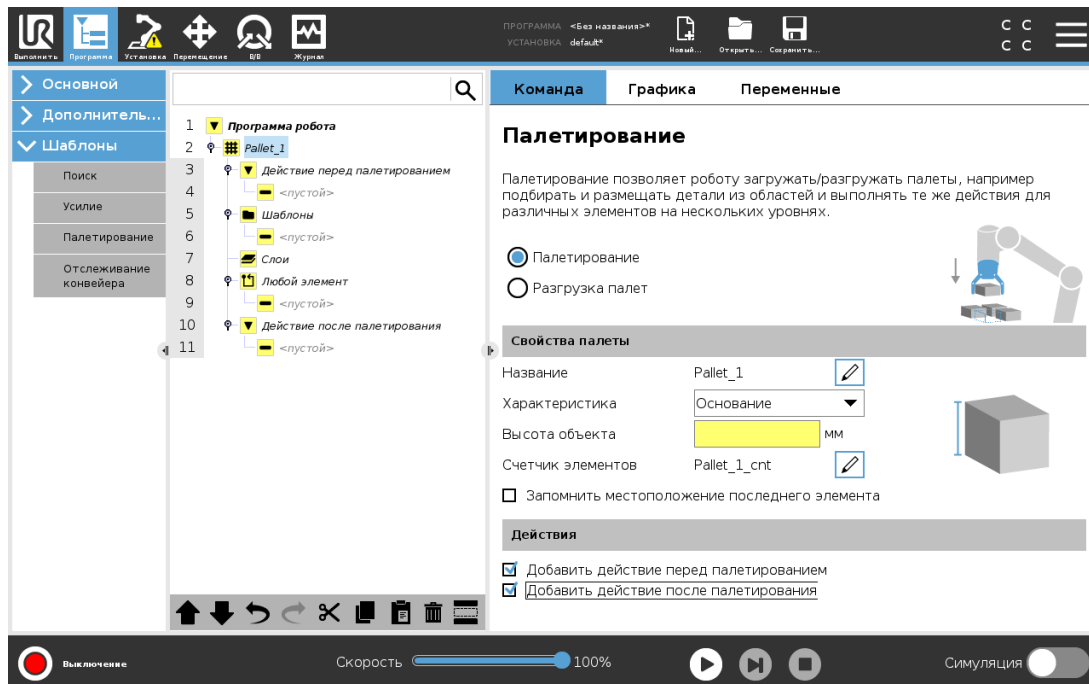
Узел «В исходное» использует углы сочленений, чтобы переместить робота в predetermined исходное положение. Если узел «В исходное» определен в качестве безопасного исходного положения, то он отображается в дереве программы как «В исходное (безопасное)». Если исходное положение не соответствует безопасному, то узел остается неопределенным.

## 23.11. Шаблоны

### 23.11.1. Палетирование

«Палетирование» – 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 различными шаблонами. Вы можете создавать различные шаблоны и применять их к конкретным слоям. Также можно помещать разделители между слоями (см. [Добавление разделителя слоев в последовательности штабелирования на странице 183](#)). Кроме того, можно использовать «Объекты» в «Свойствах платформы», чтобы легко регулировать положение платформы. Подробнее об объектах см. в разделе . Чтобы использовать шаблон штабелирования, ознакомьтесь с разделом **Создание новой программы палетирования** далее.

## Создание новой программы палетирования



1. Выберите обучение объекта (см. ) или использование основания в качестве исходной плоскости.
2. На вкладке **Программа** в разделе **Шаблоны** нажмите **Палетирование**.
3. В окне «Штабелирование» выберите одно из следующих действий.
  1. Выберите **Палетирование** для организации предметов на палете.
  2. Выберите **Разгрузку палет** для снятия предметов с палеты.
4. В разделе **Свойства палеты** укажите для программы имя, объект (см. шаг 1), высоту предмета и имя счетчика. Если нужно, чтобы робот возобновил работу у того элемента, с которым он проводил манипуляции во время остановки, отметьте флажок **Запомнить местоположение последнего элемента**.
5. В окне «Палетирование» в разделе **Действия** добавьте дополнительные действия, которые должны выполняться до или после последовательности палетирования:
  1. **Добавить действие перед палетированием**: эти действия выполняются до начала палетирования.
  2. **Добавить действие после палетирования**: эти действия выполняются по окончании палетирования.
6. В дереве программы нажмите на узел **Шаблоны**, чтобы назначить шаблоны для слоев. Нажмите на узел (-лы) шаблонов в дереве программ, чтобы обучить робота определенным позициям слоя (например, точке начала/конца, углам сетки и/или количеству элементов). В этом окне можно выбрать, следует ли вставлять разделитель между слоями (см. [Добавление разделителя слоев в последовательности штабелирования на странице 183](#)).

7. Нажмите на узел (-лы) шаблонов в дереве программ, чтобы обучить робота определенным позициям слоя (например, точке начала/конца, углом сетки и/или количеству элементов). Указания по обучению робота см. в разделе [23.9.1. Перемещение на странице 146](#). Всем позициям необходимо обучать внизу платформы. Чтобы дублировать шаблон, нажмите кнопку **Дублировать шаблон** в окне узла соответствующего шаблона.

	<p><b>Линия</b> Чтобы обучить робота положениям, выберите каждый элемент в дереве программы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• НачальныйЭлемент1</li> <li>• КонечныйЭлемент1</li> </ul> <p>Введите число элементов в последовательности в текстовое поле <b>Элементы</b> внизу окна.</p>
	<p><b>Сетка</b> Чтобы обучить робота положениям, выберите каждый элемент в дереве программы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• УгловойЭлемент1</li> <li>• УгловойЭлемент2</li> <li>• УгловойЭлемент3</li> <li>• УгловойЭлемент4</li> </ul> <p>Введите число строк и столбцов в соответствующие текстовые поля, чтобы задать размер шаблона.</p>
	<p><b>Неправильной формы</b> Чтобы обучить робота положениям, выберите каждый элемент в дереве программы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Элемент1</li> <li>• Элемент2</li> <li>• Элемент3</li> </ul> <p>Нажмите <b>Добавить элемент</b>, чтобы добавить и идентифицировать новый элемент в последовательности.</p>

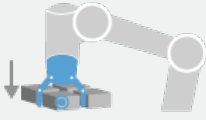
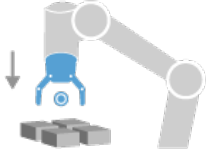
8. В дереве программы нажмите на узел **Слои**, чтобы сконфигурировать слои в последовательности палетирования. Используйте раскрывающееся меню **Выберите шаблон**, чтобы выбрать шаблон для каждого слоя. Нажмите кнопку **Добавить слой**, чтобы добавить дополнительные слои в программу. Слои необходимо добавлять в правильном порядке, так как его нельзя будет затем изменить.
9. В дереве программы нажмите на узел **Любой элемент**. Используйте вариант по умолчанию (A) мастер «На каждом элементе» или (B) ручную конфигурацию «На каждом элементе». См. ниже инструкции для каждого варианта.

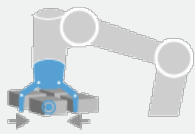
## (А) Мастер «На каждом элементе»

Мастер «На каждом элементе» помогает определить действия, выполняемые с каждым предметом на платформе, такие как точка отсчета, а также контрольная точка подхода, контрольная точка «Точка действия инструмента» и контрольная точка выхода.

Контрольные точки «Подход» и «Выход» для каждого элемента сохраняют ориентацию и направление независимо от ориентации различных элементов.

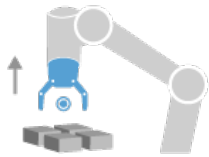
1. Нажмите на узел **Любой элемент** в дереве программы.
2. В окне «Любой элемент» нажмите **Далее**.
3. Нажмите кнопку **Переместить сюда**. Затем удерживайте нажатой кнопку **Авто** или нажмите кнопку **Вручную**, чтобы переместить робота в точку отсчета. Нажмите кнопку **Продолжить**. Нажмите кнопку **Далее**.
4. Нажмите **Установить контрольную точку** для каждой контрольной точки подхода (см. [23.9.1. Перемещение на странице 146](#)). Нажмите кнопку **Далее**.
5. Повторите этап 3.
6. Нажмите **Установить контрольную точку** для каждой контрольной точки выхода (см. [23.9.1. Перемещение на странице 146](#)). Нажмите кнопку **Далее**.
7. Нажмите кнопку **Завершить**.
8. Теперь вы можете добавить соответствующие узлы действий захвата в папку «Действие инструмента» в дереве программ.

 <p>Точка Действия Инструмента</p>	<p><b>Контрольная точка «Точка Действия Инструмента»</b> – расположение и позиция, в которых должен находиться робот при выполнении действия для каждого элемента в слое. Контрольная точка «Точка Действия Инструмента» является точкой отсчета по умолчанию, но ее можно отредактировать в дереве программ, нажав на ее узел. 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 «Точка действия инструмента» и контрольной точке выхода.</p>
 <p>Подход</p>	<p><b>Контрольная точка подхода</b> – положение и направление, не допускающие столкновения, в которых робот должен выполнять подход к элементу в слое.</p>



Действие инструмента

**Действие инструмента** — действие, которое навесной инструмент робота должен выполнять с каждым элементом.



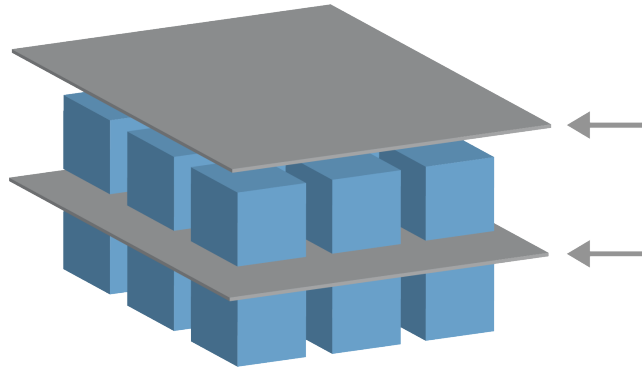
Выход

**Контрольная точка выхода** — положение и направление, в которых робот должен отходить от элемента в слое.

## (В) Ручная конфигурация

1. Нажмите на узел **Любой элемент** в дереве программы.
2. На начальном экране **Любой элемент** нажмите **Ручная конфигурация**.
3. Выберите в раскрывающемся 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 «Подход» в дереве программы, чтобы обучить робота контрольной точке подхода (см. [23.9.1. Перемещение на странице 146](#)). Контрольная точка «Подход» сохранит ориентацию и направление независимо от ориентации различных элементов.
6. Нажмите на узел «На каждом элементе» в дереве программ. Повторите этап 4.
7. Нажмите на узел **Выход** в дереве программы, чтобы обучить робота контрольной точке выхода (см. [23.9.1. Перемещение на странице 146](#)).
8. Теперь вы можете добавить соответствующие узлы действий захвата в папку «Действие инструмента» в дереве программ.

## Добавление разделителя слоев в последовательности штабелирования



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

1. Выберите узел **Шаблоны** в дереве программы.
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 программы. В окне «Слои» выберите те слои, между которыми должен располагаться разделитель (разделители автоматически вставляются после каждого слоя).
4. Нажмите на узел **Разделитель** в дереве программы. 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 программы в разделе **Действие разделителя** появляется шаблон. В дополнение к папке «Действие инструмента» под узлом «Действия разделителя», вы можете выбрать одну из следующих папок:

- **Подобрать разделитель** — программирование робота на захват разделителей для палетирования.
- **Бросить разделитель** — отпустить разделитель при разгрузке палеты.

### (A) Мастер разделителя

1. Нажмите на узел **Действие разделителя** в дереве программы.
2. В окне «Действие разделителя» 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 кнопку **Далее**.

4. Нажмите **Установить контрольную точку** для каждой контрольной точки подхода (см. [23.9.1. Перемещение на странице 146](#)). Нажмите кнопку **Далее**.
5. Повторите этап 3.
6. Нажмите **Установить контрольную точку** для каждой контрольной точки выхода (см. [23.9.1. Перемещение на странице 146](#)). Нажмите кнопку **Далее**.
7. Нажмите кнопку **Завершить**.
8. Теперь вы можете добавить соответствующие узлы действий в папки «Захват разделителя», «Отпускание разделителя» и «Действие инструмента» в дереве программ.

## (В) Ручная настройка

1. Нажмите на узел **Действие разделителя** в дереве программы.
2. На начальном экране **Действие разделителя** нажмите **Ручная настройка**.
3. Нажатием **Переместиться в точку разделителя** переместите робота в точку разделителя.
4. Нажмите на узел «Подход» в дереве программы, чтобы обучить робота контрольной точке подхода (см. [23.9.1. Перемещение на странице 146](#)).
5. Нажмите на узел «Действие разделителя» в дереве программ. Повторите этап 3.
6. Нажмите на узел «Выход» в дереве программы, чтобы обучить робота контрольной точке выхода (см. [23.9.1. Перемещение на странице 146](#)).
7. Теперь вы можете добавить соответствующие узлы действий в папки «Захват разделителя», «Отпускание разделителя» и «Действие инструмента» в дереве программ.

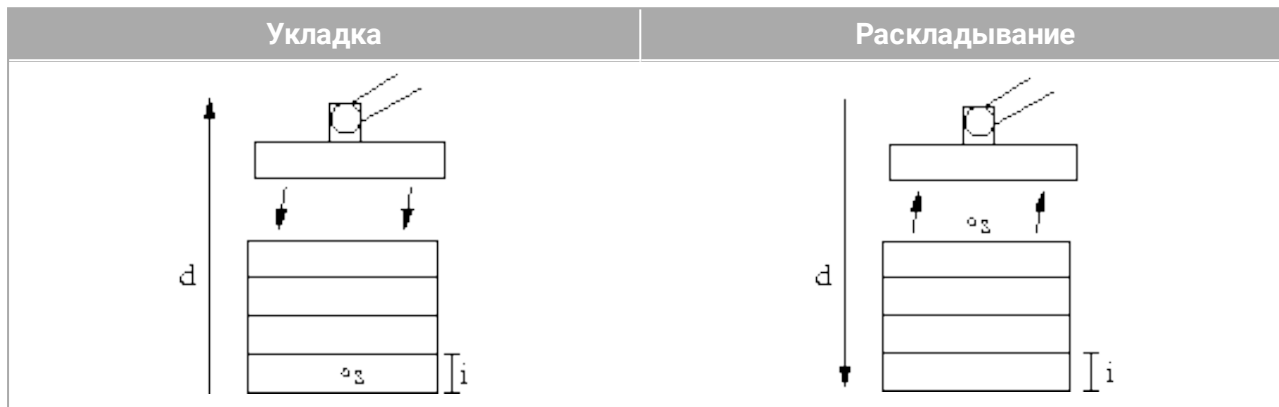
## Варианты конфигурации программы «Штабелирование»

Доступные методы изменения программы «Штабелирование»:

- Если палета требует регулировки или изменения положения после создания программы палетирования, то необходимо повторно обучить только объект платформы (см. ), так как последовательность палетирования является фиксированной относительно объекта. Таким образом, все прочие компоненты программы автоматически подстроятся под новое положение.
- Можно редактировать свойства команд перемещения (см. [23.9.1. Перемещение на странице 146](#)).
- Можно изменять скорость и радиус круговых движений (см. [23.9.1. Перемещение на странице 146](#)).
- Можно добавлять другие программные узлы в последовательность «На каждом элементе» или «Действие разделителя».

## 23.11.2. Поиск

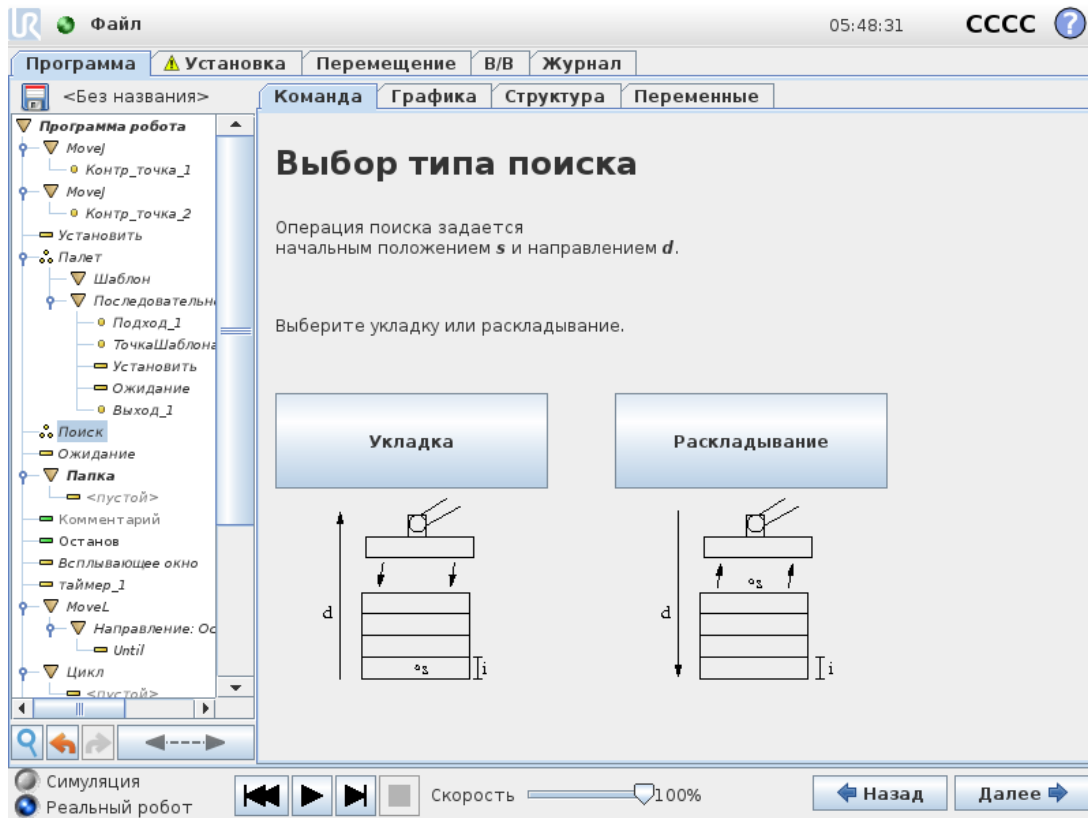
Функция поиска с помощью датчика определяет, достигнуто ли правильное положение, чтобы взять или положить объект. Датчиком может быть кнопочное реле, датчик давления или емкостный датчик. Эта функция предназначена для работы со штабелями объектов, содержащих объекты разной толщины, а также для случаев,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

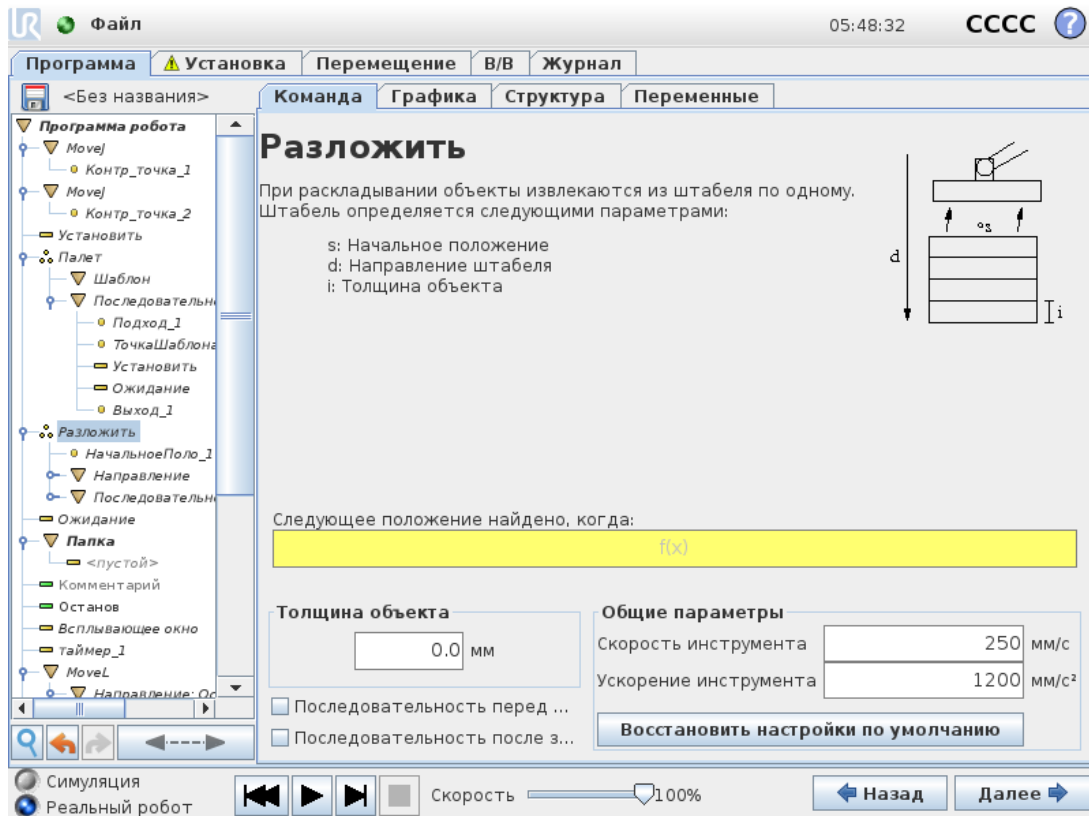
Кроме того, необходимо определить условие для достижения положения следующего штабеля, и особую последовательность программы, которая будет выполняться в каждом положении штабелирования. Необходимо также указать скорость и ускорение для движения, которое будет выполняться во время операции штабелирования.

## 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.

## Раскладывание

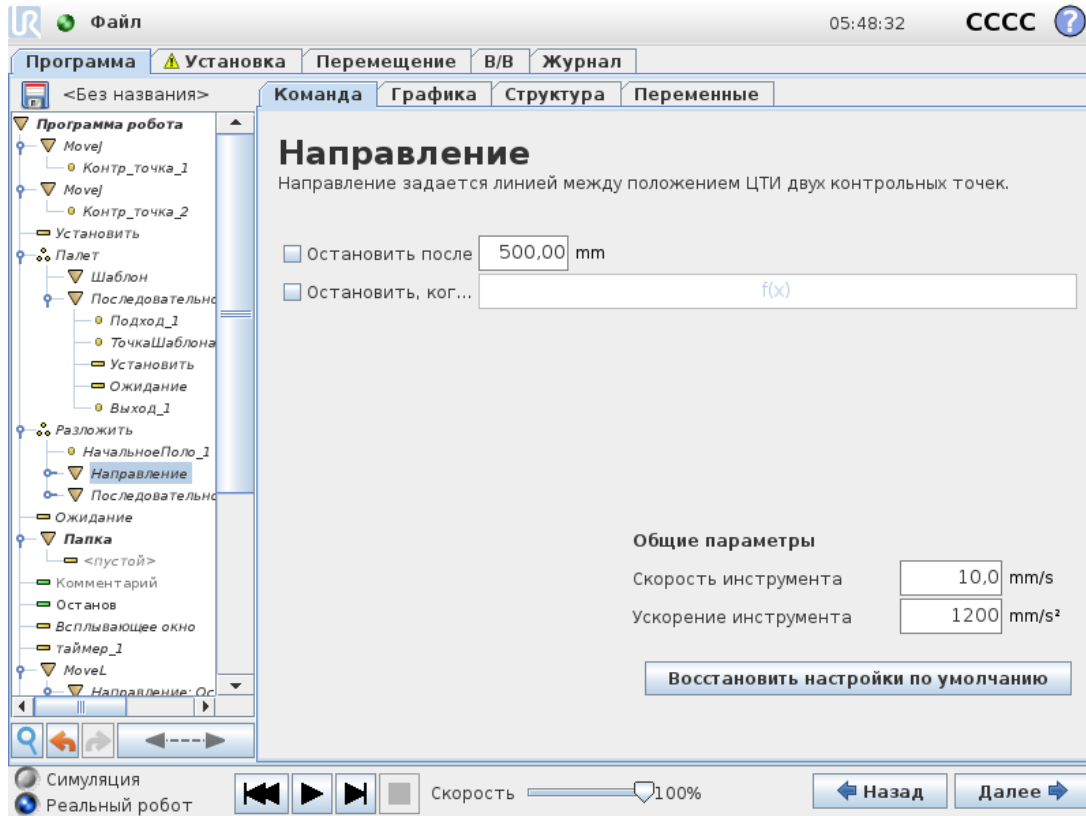


Во время раскладывания манипулятор робота перемещается в начальное положение в заданном направлении, выполняя поиск следующего объекта. Условие на экране определяет достижение следующего объекта. Обнаружив это положение, робот запоминает его и выполняет специальную последовательность. На следующем круге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

### Начальное положение

Начальным положением называется точка, в которой начинается операция штабелирования. Если начальное положение не указано, штабелирование начинается в текущем положении манипулятора робота.

## Направление



Направление задается двумя положениями и рассчитывается как разность положений от первой ЦТИ положений до второй ЦТИ положений.

Примечание. При расчете направления не учитывается ориентация точек.

### Выражение следующего положения штабелирования

Манипулятор робота движется вдоль вектора направления, непрерывно проверяя, не достигнуто ли следующее положение штабелирования. Если выражение будет определено как истинное, выполняется специальная последовательность.

#### «ПередЗапуском»

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

#### «ПослеКонца»

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 палетирования.

### 23.11.3. Усилие

В рабочей зоне робота **режим усилия** дает возможность прикладывать усилие и подчинять движение по выбранным осям. Все движения манипулятора робота по команде **Усилие** будут выполняться в **режиме усилия**. Если движение манипулятора робота выполняется в **режиме усилия**, можно выбрать одну или несколько осей, движение манипулятора робота по которым будет подчиняться требованиями режима. Манипулятор робота согласовывает свои движения с окружающей средой вдоль подчиненных осей. 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.

**Режим усилия** можно использовать, когда фактическое положение ЦТИ вдоль предустановленной оси не имеет значения, но необходимо обеспечить заданное усилие вдоль этой оси. Например, если ЦТИ робота проходит через изогнутую поверхность, вдавливая или извлекает обрабатываемую деталь. В **режиме усилия** 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.

Выбранные оси будут подчиняться требованиям режима, однако программа робота всё равно будет пытаться провести робота вдоль этой оси. Тем не менее, за счет управления усилием манипулятор робота может обеспечить требуемое усилие.



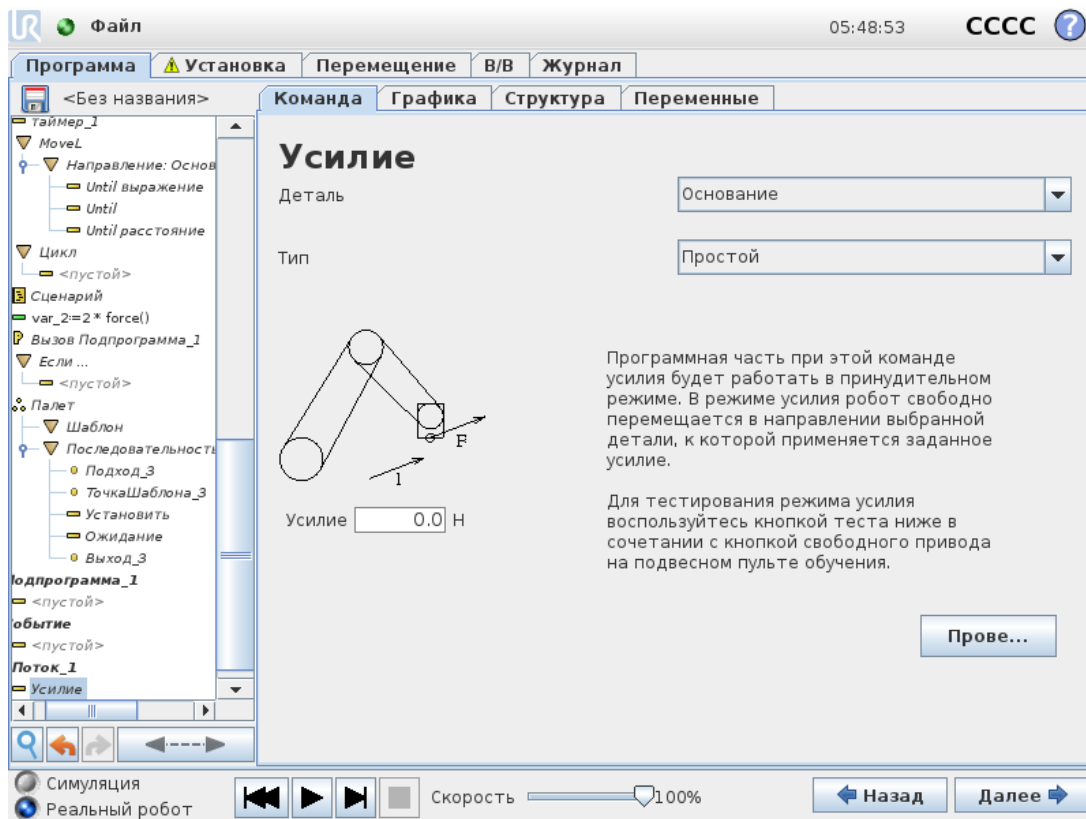
#### ПРИМЕЧАНИЕ

Если в режиме усилия есть выражения «Если», «ИначеЕсли» 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 режим усилия.
2. Не допускайте резкого снижения скорости в режиме усилия, поскольку это снизит точность управления скоростью.
3. Не допускайте движений, параллельных подчиненным осям, до перехода в режим усилия.



## Выбор объекта

В меню **Объект** можно выбрать систему координат (оси), которые робот будет использовать при работе в режиме усилия. В этом меню содержатся объекты, определенные при установке (см. ).

## Тип режима усилия

Доступны четыре разных типа режима усилия, каждый из которых определяет способ интерпретации выбранной детали.

- **Простой:** режиму усилия будет подчиняться только одна ось. Усилие вдоль этой оси можно будет отрегулировать. Требуемое усилие всегда будет прилагаться вдоль оси Z выбранной детали. Тем не менее, для деталей «Линия» согласование будет выполняться вдоль оси Y.
- **Рама:** тип «Рама» дает более широкие возможности использования. Этот тип позволяет выбрать подчинение и усилие независимо по всем шести степеням свободы.
- **Точка:** при выборе типа «Точка» 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

выбранного объекта.

- **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 выбранного объекта. Ось Y будет находиться перпендикулярно движению манипулятора робота, а плоскость X-Y – выбранного объекта. 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, подчиненные оси 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. [23.8. Вкладка «Графика» на странице 145](#)), если робот работает в режиме усилия.

### 23.11.4. Выбор значения усилия

- Можно установить значение усилия или крутящего момента для подчиненных осей, а манипулятор робота отрегулирует свое положение, чтобы создать требуемое усилие.
- Для неподчиненных осей манипулятор робота будет следовать траектории, заданной программой.

Для параметров поступательного движения усилие задано в ньютонах [Н], а для вращательного крутящий момент указан в ньютон-метрах [Н · м].



#### ПРИМЕЧАНИЕ

Выполните следующее:

- С помощью функции сценария `get_tcp_force()` в отдельном потоке считайте показания фактического усилия и крутящего момента.
- Отрегулируйте вектор гаечного ключа, если фактическое значение усилия и (или) крутящего момента ниже требуемого.

### 23.11.5. Пределы скорости

Для подчиненных осей можно установить максимальную скорость, выраженную в прямоугольных координатах. В режиме усилия робот перемещается с этой скоростью, пока не соприкоснется с каким-либо объектом.

### 23.11.6. Настройки тестового усилия

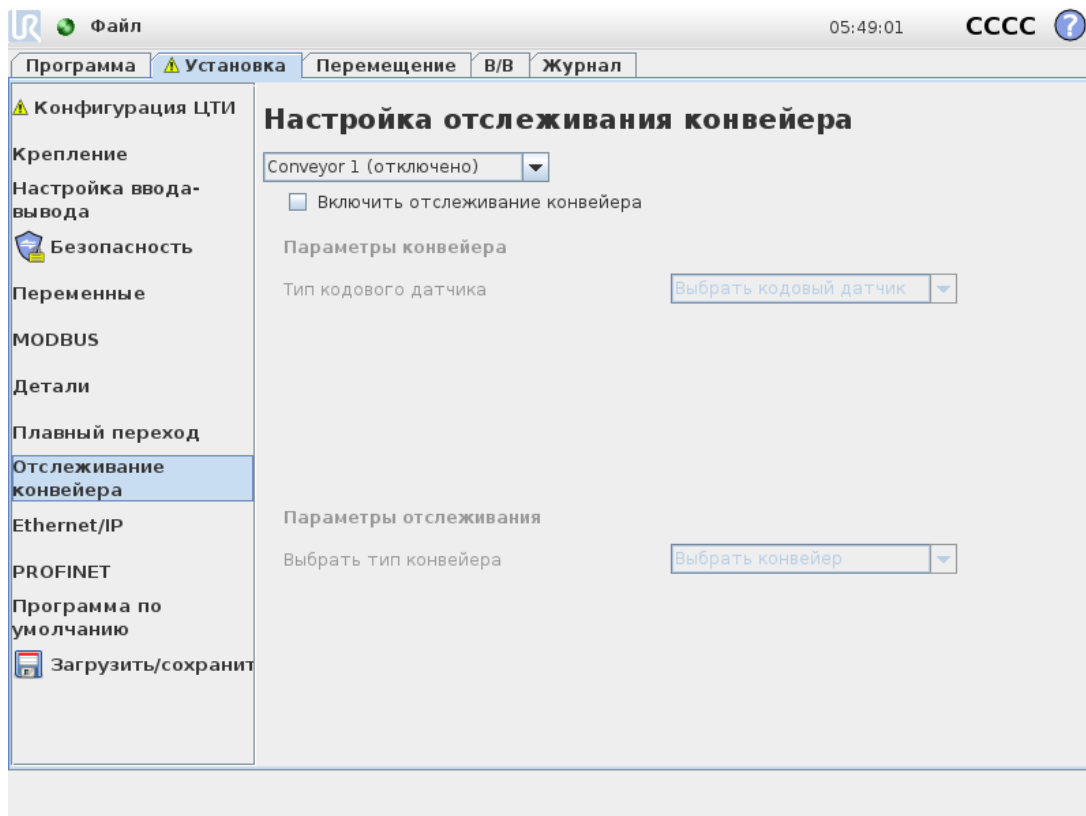
При включении и выключении кнопки **Проверка** изменяется действие при нажатии кнопки **свободного привода** на задней стороне подвешенного пульта обучения: включение режима свободного привода или проверка команды усилия.

Если кнопка **Проверка** включена, то при нажатии кнопки **свободного привода** на задней стороне подвешенного пульта обучения робот будет вести себя так, словно программа дошла до этой команды усилия, и, таким образом, можно будет проверить настройки до фактического запуска программы. Такая возможность особенно полезна при проверке правильности выбора подчиненных 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 «Проверка» автоматически выключится, а это означает, что кнопка **свободного привода** на задней стороне подвешенного пульта обучения снова будет использоваться для обычного режима **свободного привода**.

Примечание. Кнопка **свободного привода** будет действовать только при выборе допустимой детали для команды усилия.

### 23.11.7. Отслеживание конвейера

Функция «Отслеживание конвейера» позволяет манипулятору робота отслеживать движение максимум двух конвейеров. Отслеживание конвейера задается во вкладке «Установка» (см. раздел [24.14. Настройка отслеживания конвейера на странице 222](#)).



Узел программы «Отслеживание конвейера» доступен во вкладке «Программа» в разделе «Шаблоны». 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 «Отслеживание конвейера», поэтому перед тем как сделать следующее движение робот переходит к полному останову.

## Отслеживание конвейера

1. В верхнем колонтитуле нажмите пункт **Программа**.
2. Нажмите **Шаблоны** и выберите **Отслеживание конвейера**, чтобы добавить в дерево программы узел «Отслеживание конвейера». Все движения, перечисленные в узле «Отслеживание конвейера», отслеживают движение конвейера.
3. В разделе «Отслеживание конвейера» в раскрывающемся списке «Выбрать конвейер» выберите **Конвейер 1** или **Конвейер 2** – так вы определите отслеживаемый конвейер.



### ПРИМЕЧАНИЕ

Если в узле «Отслеживание конвейера» есть выражения «Если», «ИначеЕсли» или «Цикл» и выбран параметр «Проверять выражение постоянно», то можно добавить сценарий «end\_conveyor\_tracking()» в конце выражения, чтобы выйти из режима отслеживания конвейера.

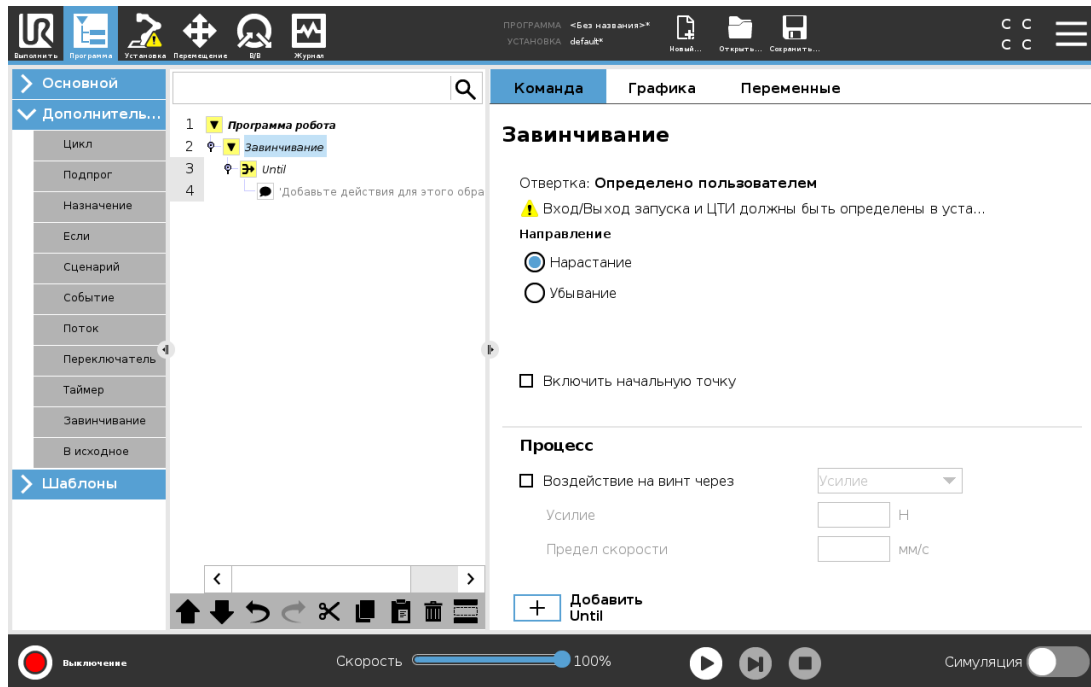


### ПРИМЕЧАНИЕ

В блоке управления может содержаться только один инкрементальный датчик, который должен использоваться с одним конвейером (конвейером 1).

## 23.11.8. Завинчивание

Узел программы **Завинчивание** – простой способ добавить возможность завинчивания для установленного шуруповерта. Параметры шуруповерта и его связи с роботом определяются на вкладке «Установка» (см. [24.1. Общее на странице 207](#)).



## Добавление узла завинчивания

1. В верхнем колонтитуле нажмите пункт **Программа**.
2. В разделе «Дополнительно» выберите **Завинчивание**.
3. Чтобы следовать за винтом по направлению затягивания (внутрь), выберите **Затянуть**. Чтобы следовать за винтом по направлению откручивания (наружу), выберите **Ослабить**. Это повлияет на движение робота для следования за винтом и измерения расчетов.
4. В поле **Выбор программы** можно выбрать программу шуруповерта в зависимости от сигналов **выбора программы** в разделе «Установка».
5. Чтобы добавить MoveL в дерево программы, которое выполняется при уже работающем шуруповерте, выберите **Включить начальную точку**.  
Если необходимо добавить исправительную меру в дерево программы перед началом завинчивания, выберите **Включить обработчик ошибок машины**.

Если выбрать **Следовать винту** в разделе **Процесс**, это повлияет на процесс завинчивания следующим образом:

- **Усилие:** выбрав **усилие**, можно определить усилие, которое будет приложено на винт. Затем выберите **предел скорости**, с которой робот будет перемещаться, пока он не контактирует с винтом.



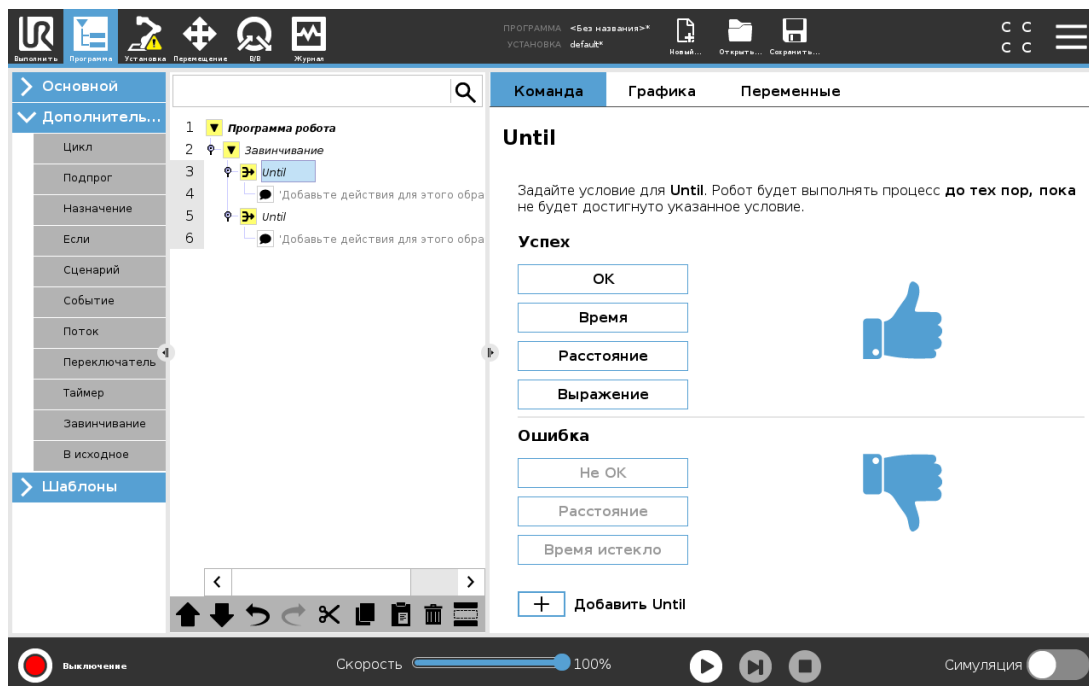
### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Перед запуском программы завинчивания расположите насадку шуруповерта над винтом. Применение усилия к винту может повлиять на работу программы завинчивания.

- **Скорость:** выберите фиксированные значения **Скорость инструмента** и **Ускорение**, согласно которым робот будет следовать за винтом.
- **Выражение:** работает аналогично команде «If» (см. 23.10.2. Если на странице 168); выбрав **Выражение**, можно описать условие, при котором робот следует за винтом.

## 23.11.9. Завинчивать до

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



Возможно задать следующие критерии остановки:

- **Успех:** завинчивание продолжается, пока не будет обнаружено состояние завершения относительно заданного параметра. Допускается добавление только одного условия успеха.
- **Ошибка:** завинчивание продолжается, пока не будет обнаружено состояние ошибки относительно заданных параметров. Допускается добавление более чем одного условия ошибки.

**Успех**

- **ОК:** завинчивание продолжается, пока не будет получен сигнал «ОК» 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**

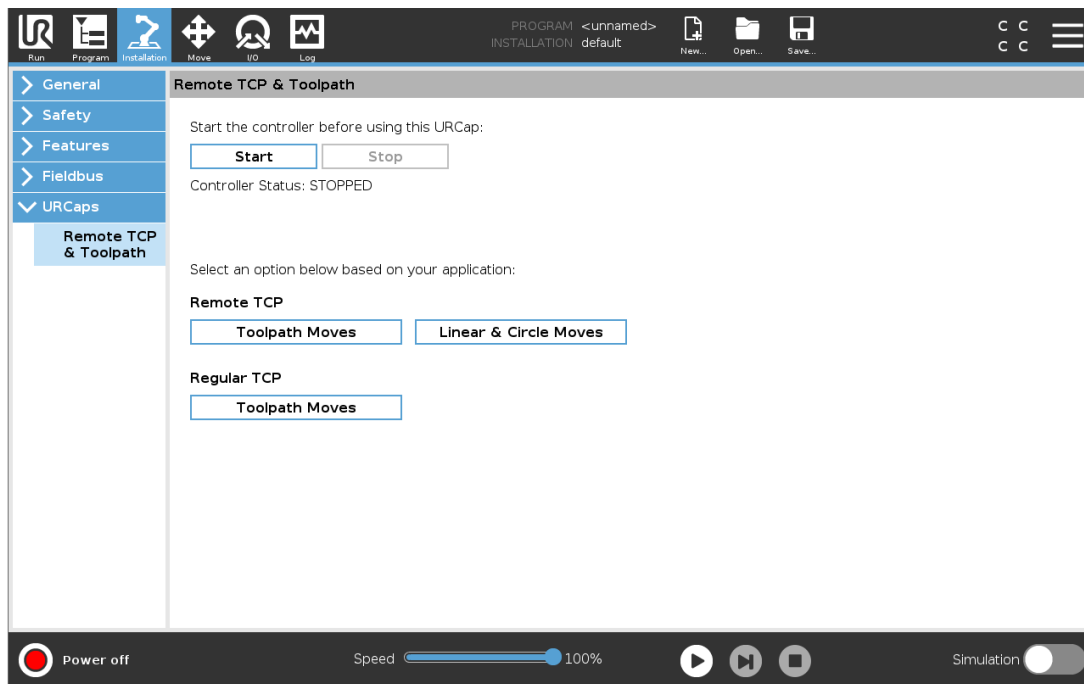
- **Не ОК:** завинчивание останавливается, когда получен сигнал «НЕ ОК» от шуруповерта.
- **Расстояние:** завинчивание останавливается, когда превышено заданное расстояние.
- **Время истекло:** завинчивание останавливается, когда превышено заданное время.

## 23.12. URCaps

### 23.12.1. Удаленная ЦТИ и путь инструмента URCap

Удаленная ЦТИ и путь инструмента URCap позволяют задавать центральные точки инструмента (УЦТИ), где центральная точка инструмента фиксируется в пространстве относительно основания робота. Удаленная ЦТИ и путь инструмента URCap также позволяют программировать контрольные точки и круговые движения, а также генерировать движения робота на основании импортированных файлов пути инструмента, заданных в сторонних программных пакетах CAD/CAM.

Для использования URCap удаленной ЦТИ необходимо зарегистрировать робота (см. [19.10. Регистрация робота и файлы лицензии URCap на странице 107](#)). 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.



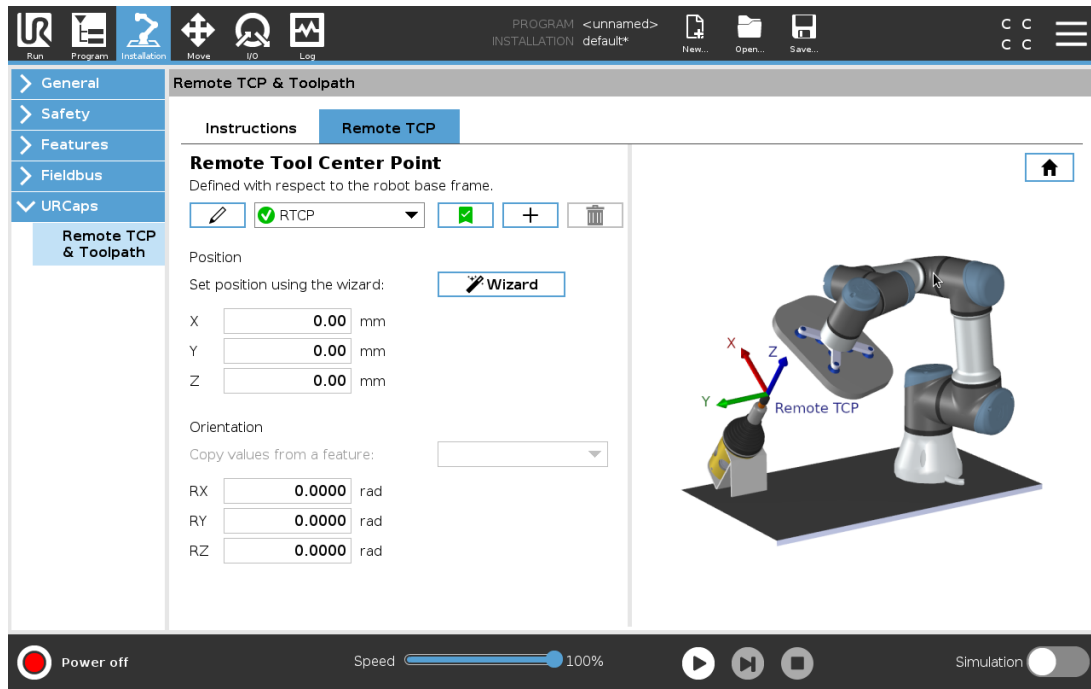
Так же, как и обычную ЦТИ (см. [24.2. Конфигурация ЦТИ на странице 207](#)), можно задать УЦТИ и присвоить ей имя в настройках вкладки «Установка». Вы также можете выполнять следующие действия:

- Добавление, переименовывание, изменение и удаление УЦТИ
- Различать УЦТИ по умолчанию и активные
- Научить положению УЦТИ
- Копировать ориентацию УЦТИ

## Установка УЦТИ из функции

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**. Или выберите имеющуюся УЦТИ в раскрывающемся меню.
2. Нажмите раскрывающееся меню **Копировать значения из точки** и выберите объект. Проверьте обновление значений ориентации УЦТИ до приведенных в выбранной функции.



## 23.12.2. Типы движений удаленной ЦТИ

### УдЦТИ\_MoveP

Также как и обычная команда MoveP, RTCP\_MoveP задает скорость и ускорение манипулятора робота относительно удаленной ЦТИ. См. [24.2. Конфигурация ЦТИ на странице 207.](#)

### Круговое движение УЦТИ

Как и обычное круговое движение, круговое движение УЦТИ можно добавить в RTCP\_MoveP, чтобы определить движения по кругу. См. [24.2. Конфигурация ЦТИ на странице 207.](#)



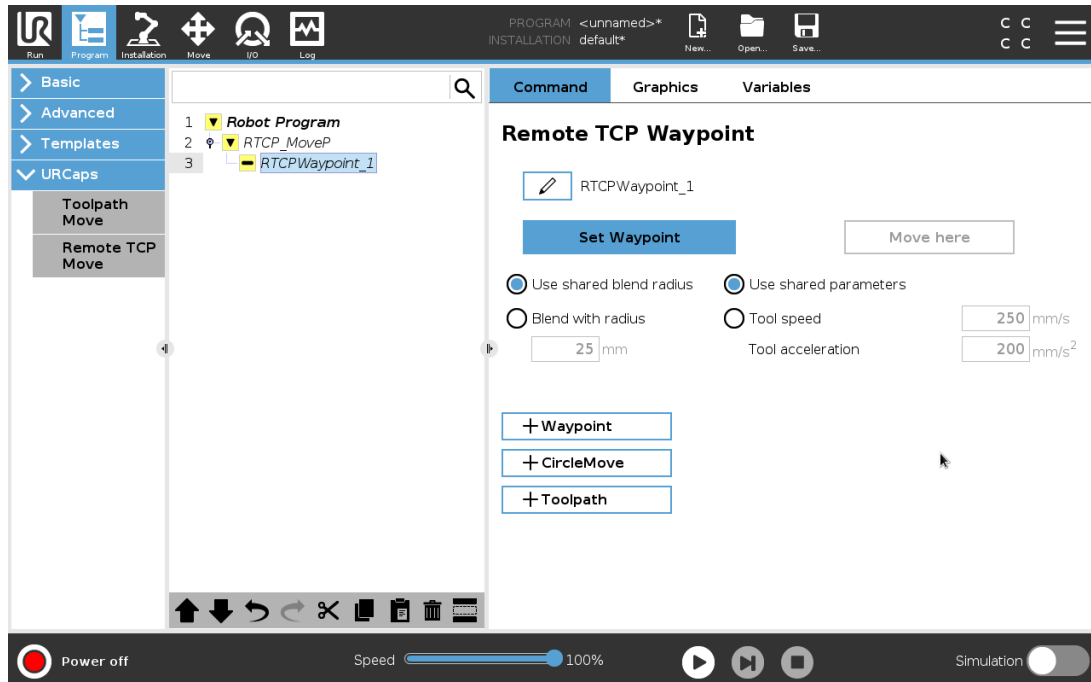
#### ПРИМЕЧАНИЕ

Максимальная скорость кругового движения может быть ниже указанного значения. Радиус круга –  $r$ , максимальное ускорение –  $A$ . Из-за центростремительного ускорения максимальная скорость не может превышать значение  $A \cdot r$ .

## 23.12.3. 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. Большой радиус круговых движений делает траекторию более плавной. Для программирования контрольных точек УЦТИ необходимо физически переместить манипулятор робота в нужное положение.



## Обучение контрольным точкам УЦТИ

1. Во вкладке «Программа» добавьте узел **RTCP\_MoveP**.
2. В узле **RTCP\_MoveP** нажмите **Установить** — откроется экран «Перемещение».
3. На экране «Перемещение» с помощью **режима обучения** или **подталкивания** переместите робота в необходимое положение.
4. Нажмите зеленую галочку, чтобы подтвердить.

## Конфигурирование контрольной точки УЦТИ

Используйте круговые движения, чтобы позволить роботу плавно переходить между двумя траекториями. Нажмите **Использовать общий радиус круговых движений** или **Круговое движение с радиусом**, чтобы задать радиус круговых движений для контрольной точки от **RTCP\_MoveP**.



### ПРИМЕЧАНИЕ

Физический узел времени (например, перемещения, ожидания) нельзя использовать в качестве дочернего узла для **RTCP\_MoveP**. Если неподдерживаемый узел добавлен в качестве дочернего узла в **RTCP\_MoveP**, то программа не пройдет проверку.

## 23.12.4. Траектория инструмента удаленной ЦТИ

Удаленная ЦТИ и путь инструмента URСар генерируют движения робота автоматически, облегчая ему следование сложным траекториям.

### Конфигурирование пути инструмента удаленной ЦТИ

1. Выберите **Движения в рамках траектории инструмента удаленной ЦТИ** на главном экране удаленной ЦТИ и траектории URСар, чтобы войти в рабочий процесс.
2. Следуйте инструкциям на вкладке **Инструкции**.

Движение по пути инструмента удаленной ЦТИ требует наличия следующих основных компонентов:

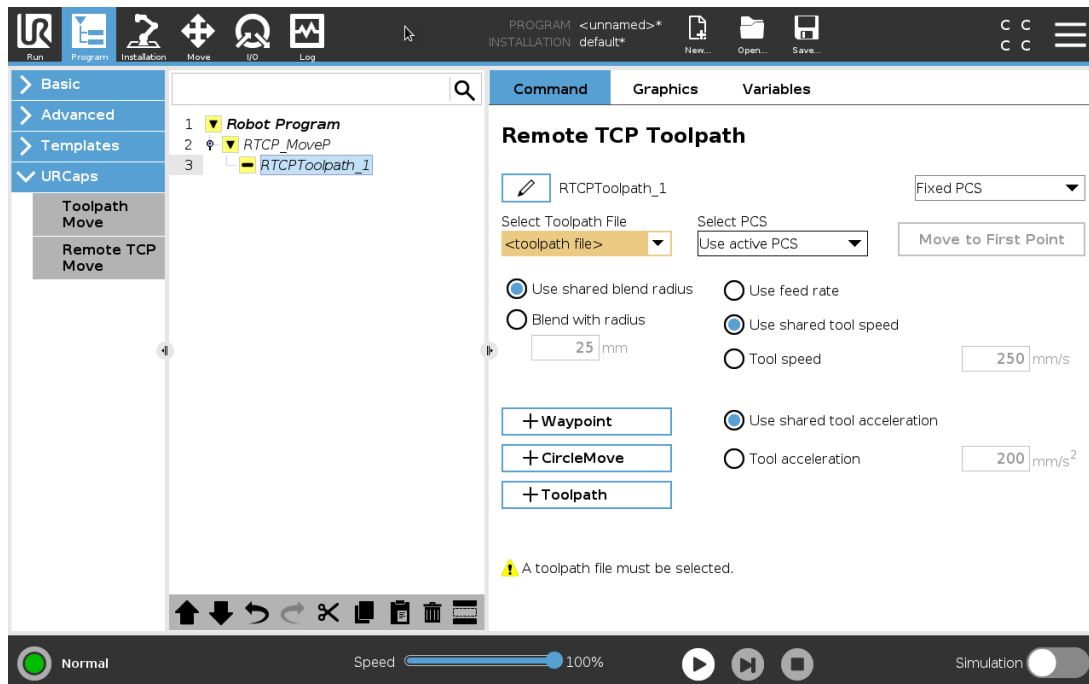
- Файл пути инструмента
- Удаленная ЦТИ
- СКД удаленной ЦТИ

### Конфигурирование пути инструмента с помощью программного обеспечения CAD/CAM

Путь инструмента задает ориентацию, траекторию, скорость (или скорость подачи) и направление перемещения инструмента.

1. Создайте или импортируйте CAD-модель детали.
2. Настройте систему координат детали (СКД), закрепленную за деталью.
3. Создайте путь инструмент относительно СКД в соответствии с особенностями детали
4. Выполните симуляцию движения по пути инструмента, чтобы убедиться, что он соответствует ожидаемому.
5. Экспортируйте путь инструмента в файл G-code с расширением .nc.

## Импортирование пути инструмента G-code в PolyScore



1. Загрузите файлы пути инструмента в корневой каталог USB-накопителя. Файлы путей инструмента должны обладать расширением .nc
2. Вставьте USB-накопитель в подвесной пульт обучения.
3. В верхнем колонтитуле, нажмите пункт «Установка», затем URCaps, выберите «Удаленная ЦТИ и траектория инструмента», выберите «Удаленная ЦТИ – Движение по траектории», а затем – «Траектория инструмента».
4. Выберите файлы пути инструмента для импортирования в Polyscore.

### 23.12.5. Удаленная ЦТИ

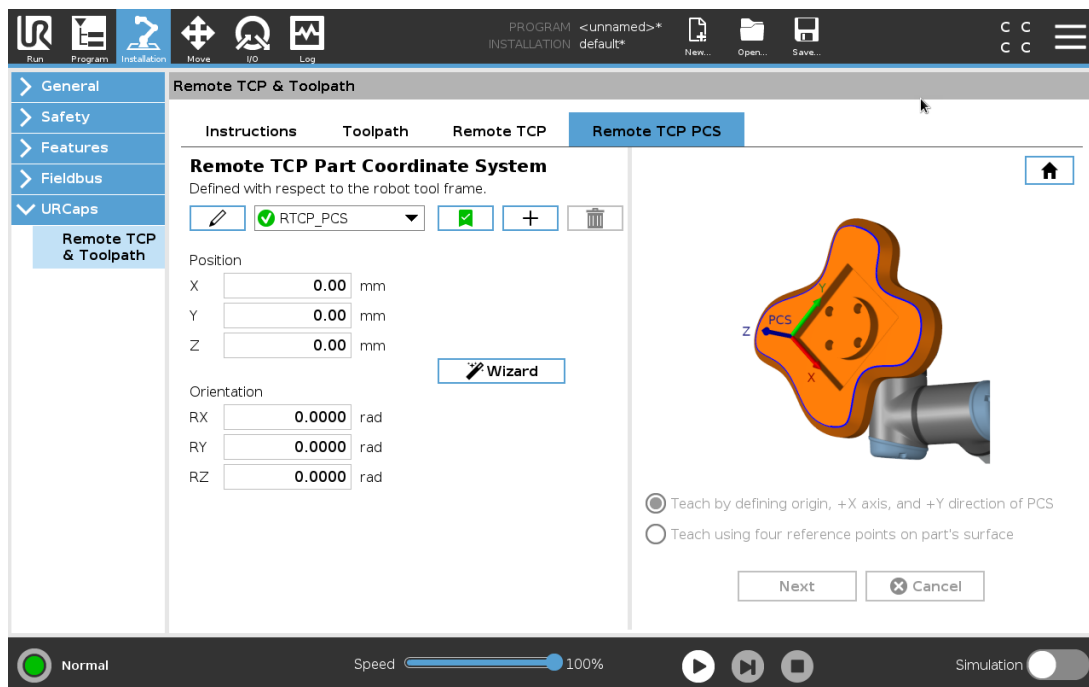
#### Конфигурирование удаленной ЦТИ для движений по пути инструмента

1. На первой контрольной точке в среде CAM, задайте ориентацию инструмента.
2. Используйте свободный привод, чтобы захватить деталь захватом вручную.
3. Выберите положение удаленной ЦТИ
4. Используйте мастер положения, чтобы получить положительные значения.
5. Регулируйте робот до достижения нужного положения детали для приближения к удаленной ЦТИ.
6. Определите ориентацию инструмента как первую контрольную точку на физической детали. Примечание. Положительное направление оси Z должно быть в сторону от поверхности детали.

- Создайте плоскость с тем же направлением, что и на предыдущем этапе.
- Задайте ориентацию удаленной ЦТИ, скопировав значения из плоскости. Заданное положение детали будет поддерживаться на время выполнения пути инструмента.

## 23.12.6. СКД удаленной ЦТИ

Система координат детали (СКД) удаленной ЦТИ задана как фиксированная величина относительно фланца для подсоединения инструмента. Нажмите на палочку на экране PolyScore, чтобы запустить мастер настройки для обучения СКД удаленной ЦТИ. Вы можете использовать любой из приведенных ниже методов обучения.



## Конфигурирование СКД удаленной ЦТИ

Используйте этот метод, если СКД можно задать на поверхности детали.

- Используйте свободный привод, чтобы захватить деталь захватом вручную.
- Выберите удаленную ЦТИ, чтобы выполнить обучение точкам отсчета. Для повышенной точности, временно задайте удаленную ЦТИ под острым углом, чтобы завершить этот процесс обучения.
- Подтолкните робот, чтобы удаленная ЦТИ коснулась на детали начальной точки, направлений положительной оси X и положительной оси Y СКД.
- Нажмите «Установить», чтобы завершить процесс обучения. Значения положения и ориентации будут введены автоматически.

В противном случае, используйте данный метод.

1. Выберите три или четыре точки отсчета на поверхности детали.
2. В программном обеспечении CAD/CAM, запишите координаты X, Y, Z относительно СКД выбранных точек отсчета.
3. Используйте свободный привод, чтобы захватить деталь захватом вручную.
4. Выберите удаленную ЦТИ, чтобы выполнить обучение точкам отсчета. Для повышенной точности, временно задайте удаленную ЦТИ под острым углом, чтобы завершить этот процесс обучения.
5. Введите координаты для первой точки отсчета.
6. Подтолкните робот, чтобы удаленная ЦТИ коснулась первой точки отсчета на детали.
7. Повторите пятый и шестой этапы для прочих точек отсчета.

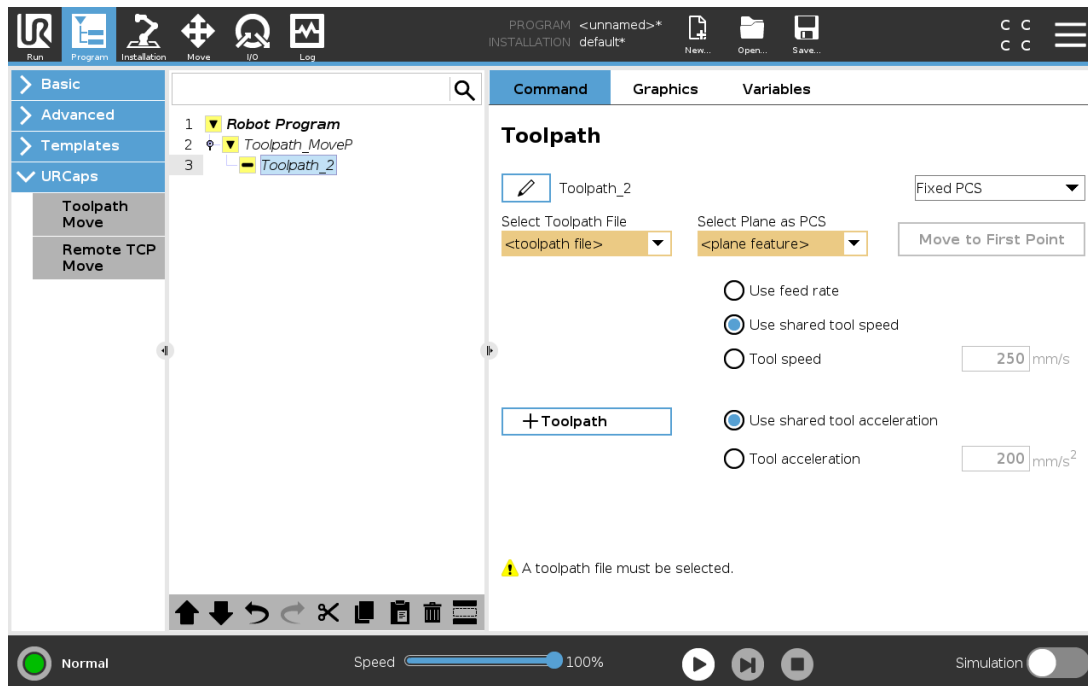
## Установка подвижной СКД

Для случаев более расширенного использования, когда деталь не захватывается с достаточной степенью постоянства, вы можете задать подвижную СКД, чтобы редактировать движения по пути инструмента в соответствии с положением детали и ориентацией относительно фланца для подсоединения инструмента робота. Вы можете создать переменную положения, привязанную к внешнему датчику, следящему за положением и ориентацией СКД.

1. Установите внешний датчик, следящий за положением и ориентацией СКД. Выходной сигнал датчика необходимо подать на раму фланца для подсоединения инструмента робота.
2. Убедитесь, что СКД настроена относительно детали, а положение и ориентация обнаруживаются внешним датчиком.
3. Создайте в PolyScore переменную положения, привязанную к выходному сигналу внешнего датчика в качестве подвижной СКД. Дайте ей отдельное имя, например, **variable\_rtcp\_pcs\_1**.
4. Вставьте **Узел траектории инструмента УЦТИ**.
5. В правом верхнем углу страницы программы в раскрывающемся меню выберите пункт **Подвижная СКД**.
6. В раскрывающемся меню **Выберите СКД** укажите **variable\_rtcp\_pcs\_1**.
7. Создайте узел функции или сценария, чтобы обновить **variable\_rtcp\_pcs\_1** до узла траектории инструмента УЦТИ.

В следующем разделе описано применение подвижной СКД в узле пути инструмента удаленной ЦТИ.

## Конфигурирование узла пути инструмента удаленной ЦТИ



1. Перейдите на вкладку «Программа» и нажмите **URCaps**.
2. Выберите **Движение с удаленной ЦТИ**, чтобы вставить узел RTCP\_MoveP.
3. Выберите ЦТИ и задайте параметры движения: скорость инструмента, ускорение инструмента и радиус круговых движений.
4. Нажмите **+Траектория инструмента**, чтобы вставить узел траектории инструмента УЦТИ. Удалите узел контрольной точки УЦТИ, созданный по умолчанию, если он не нужен.
5. Выберите файл пути инструмента и соответствующую СКД удаленной ЦТИ из раскрывающегося меню.
6. Отрегулируйте параметры движения, если к узлу пути движения УЦТИ должны быть применены другие значения.
7. Нажмите **Передвинуться в первую точку**, чтобы проверить, что захваченная деталь приближается к удаленной ЦТИ согласно ожиданиям.
8. Испытайте программу в режиме симуляции на низкой скорости, чтобы подтвердить конфигурации.



### ПРИМЕЧАНИЕ

Проверить, что движения робота остаются одинаковыми при каждом прохождении траектории инструмента, можно, добавив MoveJ с параметром **Использование углов сочленений**, заданным на движение к фиксированной конфигурации сочленений перед прохождением траектории инструмента. См. [23.9.1. Перемещение на странице 146](#)

## 23.12.7. Движения в рамках траектории инструмента обычной ЦТИ

Схожим образом с конфигурацией движения пути инструмента удаленной ЦТИ, обычное движение ЦТИ требует наличия следующего:

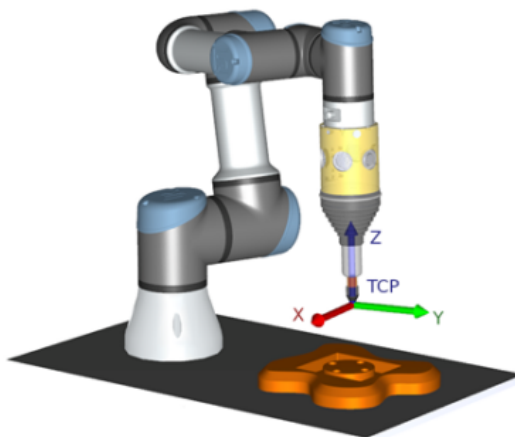
- Файл пути инструмента
- Обычная ЦТИ
- Плоскость как СКД

### Конфигурирование и импортрование файла пути инструмента

Это похоже на конфигурирование (см. [Конфигурирование пути инструмента с помощью программного обеспечения CAD/CAM на странице 200](#)) и импортрование траектории инструмента (см. [Импортрование пути инструмента G-code в PolyScope на странице 201](#)).

### Конфигурирование обычной ЦТИ

Чтобы сконфигурировать обычную ЦТИ, следуйте инструкциям в разделе [24.2. Конфигурация ЦТИ на странице 207](#). Примечание. Убедитесь, что положительное направление оси Z направлено в сторону от поверхности детали.



### Конфигурирование СКД плоскости

1. Создайте плоскость, **добавив плоскость** или выполнив **настройку плоскости**. См. .
2. Зафиксируйте деталь относительно основания робота.
3. Убедитесь в использовании правильной ЦТИ для создания плоскости. Для повышенной точности, временно задайте удаленную ЦТИ под острым углом, чтобы завершить этот процесс обучения.
4. Подтолкните робот, чтобы удаленная ЦТИ коснулась на детали начальной точки,

направлений положительной оси X и положительной оси Y СКД.

5. Завершите процесс обучения и подтвердите положение и направление ЦТИ.

## Конфигурирование узла пути инструмента

1. Перейдите на вкладку «Программа» и нажмите **URCaps**.
2. Выберите ЦТИ и задайте параметры движения: скорость инструмента, ускорение инструмента и радиус круговых движений. Выберите пункт **Свободно вращать инструмент вокруг оси Z**. Не выбирайте этот параметр, если инструмент должен следовать ориентации по оси Z, заданной в файле пути инструмента.
3. Нажмите **+Траектория инструмента**, чтобы вставить узел траектории инструмента.
4. Выберите в раскрывающемся меню файл траектории инструмента и соответствующую СКД (плоскость).
5. Отрегулируйте параметры движения, если к узлу пути движения должны быть применены другие значения.
6. Нажмите **Передвинуться в первую точку**, чтобы проверить, что инструмент может переместиться к первой точке своей траектории.
7. Испытайте программу в режиме симуляции на низкой скорости, чтобы подтвердить правильность конфигураций.



### ПРИМЕЧАНИЕ

Проверить, что движения робота остаются одинаковы при каждом прохождении траектории инструмента, можно, добавив MoveJ с параметром **Использование углов сочленений**, заданным на движение к фиксированной конфигурации сочленений перед прохождением траектории инструмента. См. [23.9.1. Перемещение на странице 146](#)

## 24. Вкладка «Установка»

### 24.1. Общее

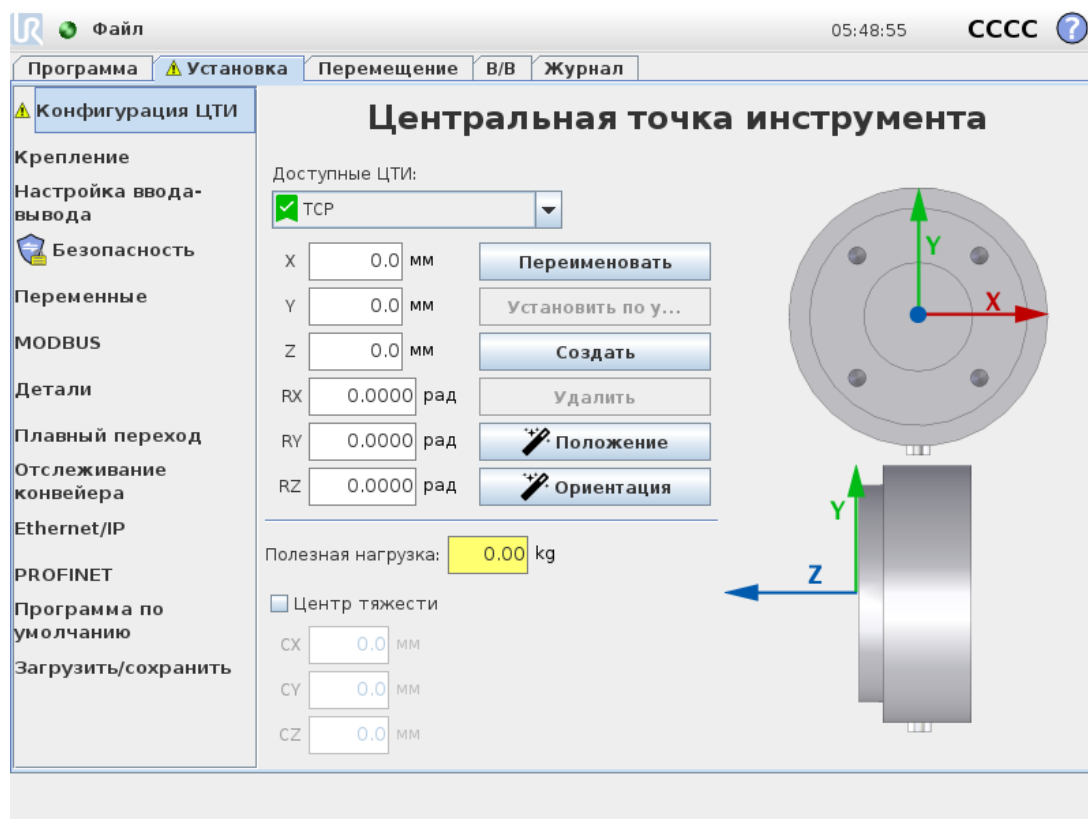
Вкладка «Установка» дает возможность настроить параметры, которые влияют на общую производительность робота и PolyScore.

### 24.2. 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 возвращении к ранее сохраненной контрольной точке, то он переместит ЦТИ в положение и ориентацию, которые сохранены в контрольной точке.

Если робот запрограммирован для линейного движения, то ЦТИ перемещается линейно.



#### 24.2.1. 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.

## 24.2.2. Ориентация

Поля координат RX, RY, RZ задают ориентацию ЦТИ. Как и на вкладке «Перемещение», раскрывающееся меню «Единицы измерения» над полями RX, RY, RZ позволяет выбрать координаты ориентации (см. [25.5. Меню изменения положения на странице 239](#)).

## 24.2.3. Добавление, переименовывание, изменение и удаление ЦТИ

Чтобы определить новую ЦТИ, нажмите кнопку **Создать**. Созданная ЦТИ автоматически получает уникальное название и становится доступной на выбор в раскрывающемся меню. 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.

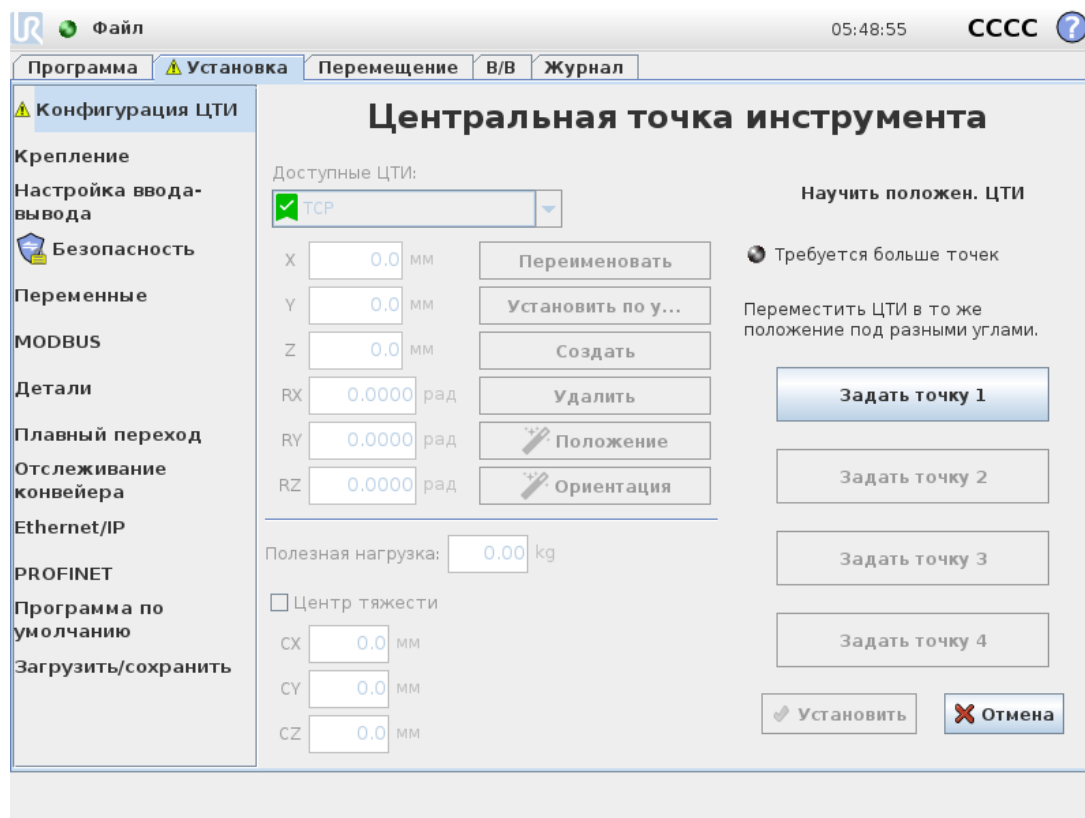
## 24.2.4. Активная ЦТИ

При линейном перемещении робот всегда использует активную ЦТИ, чтобы определить смещение ЦТИ. Активную ЦТИ можно изменить при помощи команды «Перемещение» (см. [23.9.1. Перемещение на странице 146](#)) или команды «Установить». Данное смещение активной ЦТИ отображается во вкладке «Графики» (см. [23.8. Вкладка «Графика» на странице 145](#)).

## 24.2.5. ЦТИ по умолчанию

ЦТИ по умолчанию должна быть задана в качестве активной ЦТИ перед запуском программы. Выберите нужную ЦТИ и нажмите **Установить по умолчанию**, чтобы задать ЦТИ в качестве точки по умолчанию. Зеленый значок в имеющемся раскрывающемся меню указывает на ЦТИ по умолчанию.

## 24.2.6. Обучение положению ЦТИ

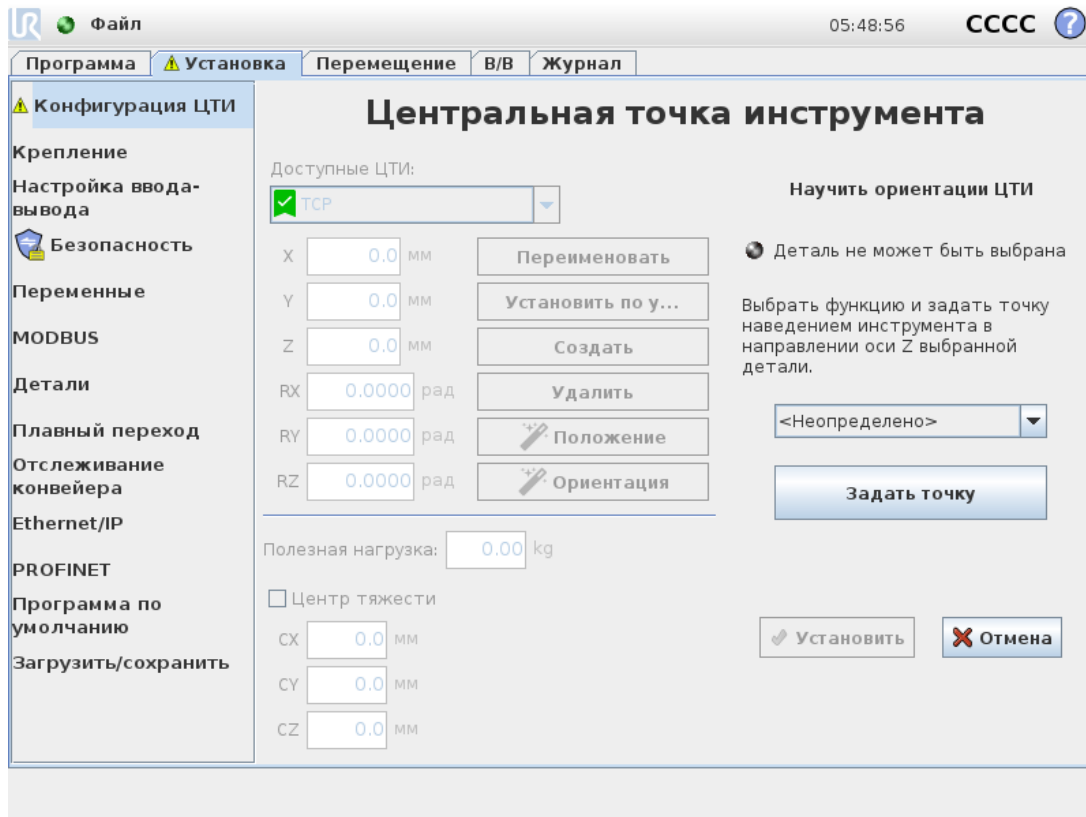


Координаты положения ЦТИ могут быть вычислены автоматически следующим образом:

1. Нажмите пункт **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 точки по отношению к вычисляемой ЦТИ указывается зеленым, желтым или красным светодиодом на соответствующей кнопке.

## 24.2.7. Обучение ориентации ЦТИ



1. Нажмите пункт **Мастер ориентации ЦТИ**.
2. Из раскрывающегося списка выберите объект. (Дополнительную информацию по определению новых объектов см. в разделе .)
3. Нажмите кнопку **Задать точку** и при помощи **стрелок для перемещения инструмента** сместитесь 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**.

## 24.3. Полезная нагрузка и центр тяжести

Задайте вес полезной нагрузки и определите центр тяжести.

### 24.3.1. Определение полезной нагрузки

Нажмите поле «Полезная нагрузка» и введите новый вес. Данный параметр применяется ко всем определенным ЦТИ. Подробнее о максимально допустимой полезной нагрузке см. в руководстве по установке оборудования.

### 24.3.2. Определение центра тяжести

Нажимая поля CX, CY и CZ, определите центр тяжести. Настройки применяются 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.

### 24.3.3. Расчет полезной нагрузки

Данная функция позволяет роботу помочь пользователю задать правильную полезную нагрузку и центр тяжести.

### 24.3.4. Использование «Мастера расчета полезной нагрузки»

1. На вкладке «Установка» в разделе «Общие» выберите **ЦТИ**.
2. На экране ЦТИ в разделе «Полезная нагрузка и центр тяжести» нажмите пункт **Мастер полезной нагрузки и центра тяжести**.
3. В окне «Мастер расчета полезной нагрузки» нажмите кнопку **Далее**.
4. Выполните последующие действия и установите 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:

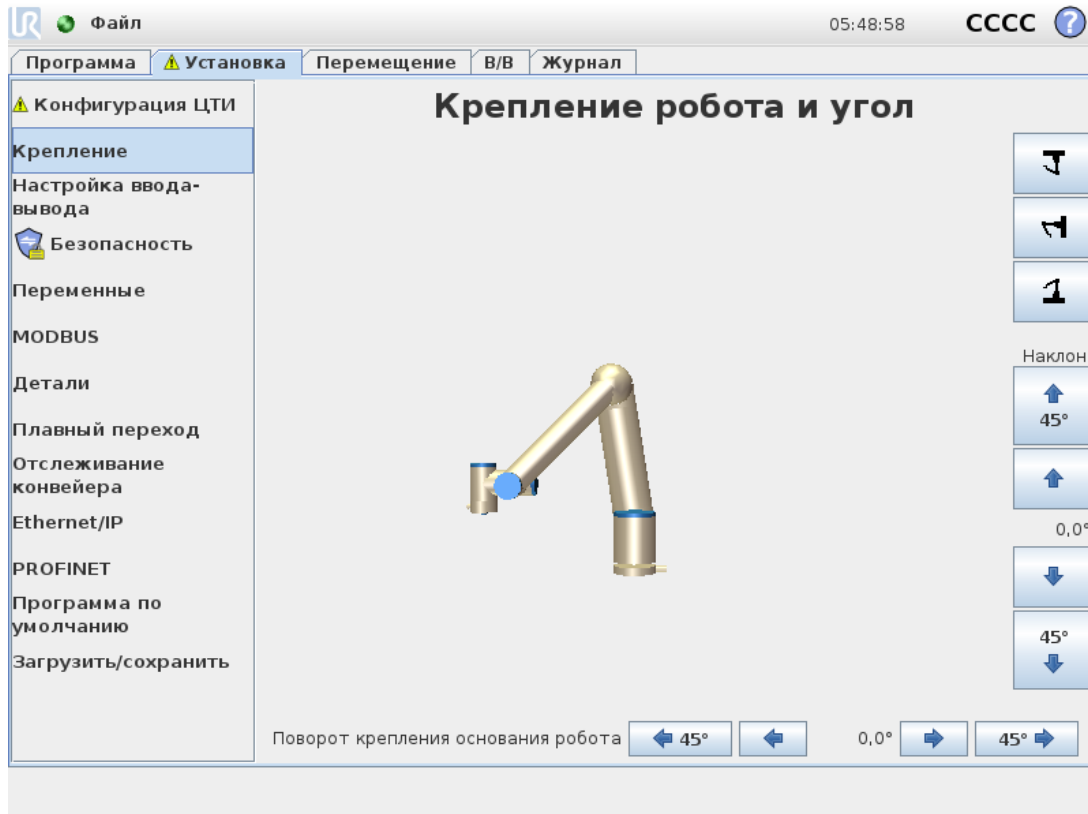
- Убедитесь, что положения ЦТИ находятся на максимально разном расстоянии друг от друга
- Выполняйте измерения за короткий срок



**ВНИМАНИЕ**

- Избегайте движений инструмента и/или добавленную полезную нагрузку до и во время расчета
- Монтаж и угол робота должны быть определены во время установки

## 24.4. 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. Однако 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.

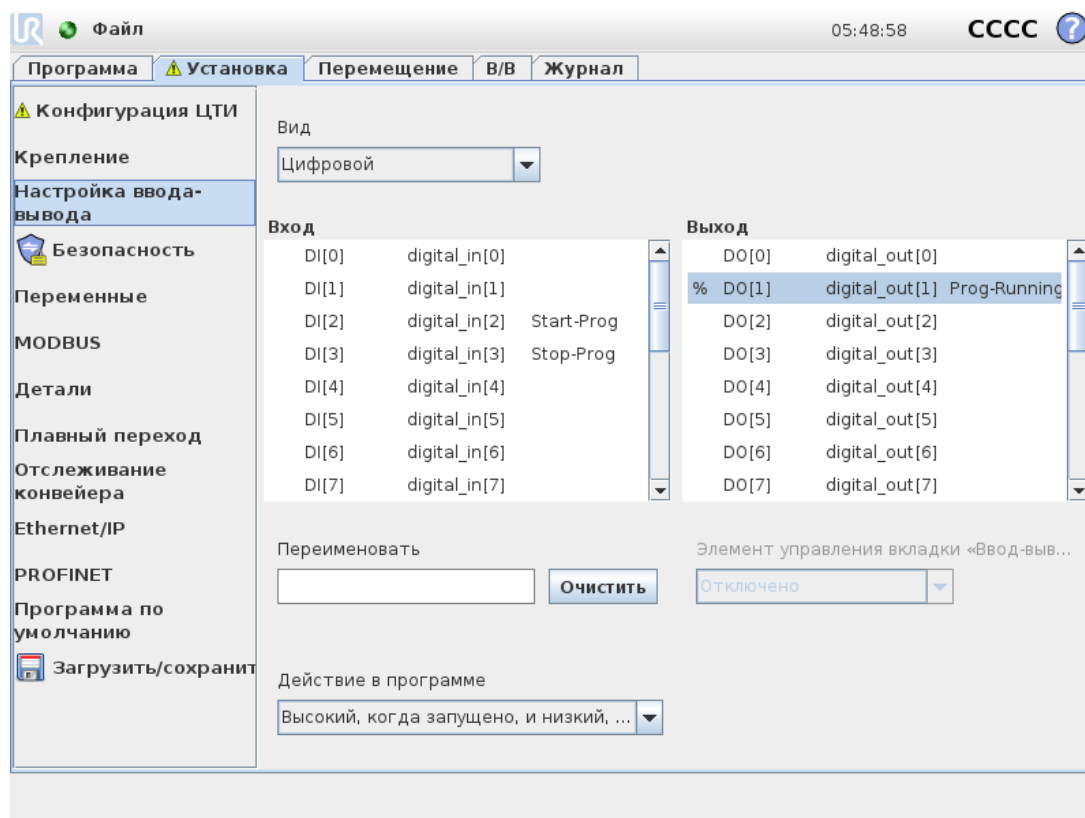
Кнопки в нижней части экрана используются для поворота манипулятора робота при монтаже в соответствии с фактической установкой.



### ВНИМАНИЕ

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

## 24.5. Настройка ввода-вывода



На экране «Настройка ввода-вывода» пользователь может определить сигналы ввода-вывода и настроить действия при помощи элементов управления вкладки «Ввод-вывод». Типы сигналов ввода-вывода перечислены в разделах **Вход** и **Выход**.

Доступ к регистрам общего назначения может осуществляться посредством Fieldbus (например, Profinet и EtherNet/IP).

Если включить интерфейс связи инструмента (ИСИ), аналоговый ввод инструмента становится недоступен.

## 24.5.1. Тип сигнала ввода-вывода

Ограничить количество сигналов, перечисленных в разделах **Вход** и **Выход**, можно с помощью выпадающего меню **Вид** в верхней части экрана, которое позволяет переключить режим отображения по типу сигнала.

## 24.5.2. Назначение пользовательских имен

Чтобы не путаться в используемых сигналах ввода и вывода, им можно присвоить названия.

1. Выберите нужный сигнал.
2. Нажмите по текстовому полю и введите название сигнала.
3. Чтобы вернуть название по умолчанию, нажмите кнопку **Очистить**.

Чтобы регистр общего назначения был доступен в программе, ему нужно присвоить пользовательское название (например, для команды **Wait** или условного выражения команды **If**).

Команды **Wait** и **If** описываются в (23.9.8. [Ожидание на странице 162](#)) и (23.10.2. [Если на странице 168](#)) соответственно. Именованные регистры общего назначения можно найти при выборе **входа** или **выхода** на экране **редактора выражений**.

## 24.5.3. Входные/выходные действия и управление на вкладке ввода-вывода

### Входные/выходные действия

Физические и цифровые входы и выходы Fieldbus можно использовать, чтобы активировать действия или реагировать на состояние программы.

Допустимые входные действия:

Вход	Действие
Запуск	Запуск или продолжение текущей программы по переднему фронту (только в режиме дистанционного управления, см. 29.4.5. <a href="#">Дистанционное управление на странице 258</a> )
Останов	Остановка текущей программы по переднему фронту
Пауза	Приостановка текущей программы по переднему фронту
Свободный привод	При высоком входном сигнале робот находится в режиме свободного привода (аналогично кнопке свободного привода). Вход игнорируется, если другие условия запрещают 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:

Действие	Состояние выхода	Состояние программы
Низкий, когда не запущено	Низкий	Остановлена или приостановлена
Высокий, когда не запущено	Высокий	Остановлена или приостановлена
Высокий, когда запущено, и низкий, когда остановлено	Низкий Высокий	Работает Остановлена или приостановлена
Низкий при непредвиденном останове	НИЗ	Программа остановлена непредвиденно
Низкий при непредвиденном останове, иначе высокий	Низкий Высокий	Программа остановлена непредвиденно Работает, остановлена или приостановлена
Постоянный импульс	Переключается между низким и высоким	Работает (для сохранения состояния импульса необходимо остановить или приостановить программу)

**ПРИМЕЧАНИЕ**

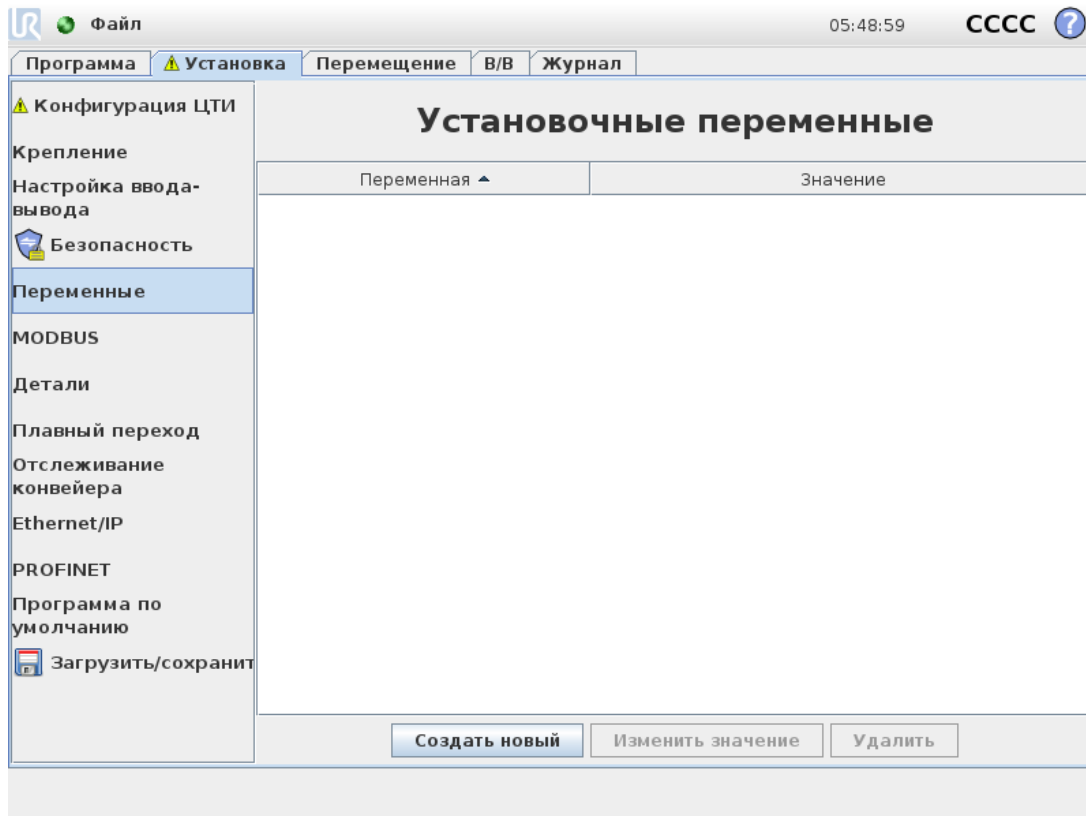
Программа остановлена непредвиденно, если происходит любое событие из следующих:

- Защитный останов.
- Неисправность.
- Запрет.
- Исключение во время выполнения.

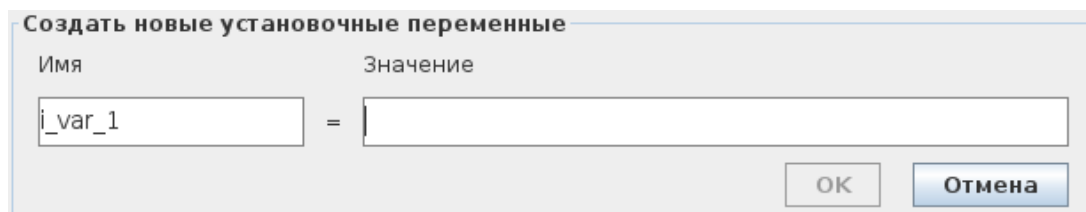
## Управление на вкладке «Ввод-вывод»

«Управление на вкладке "Ввод-вывод"» позволяет определить, как управляется выходной сигнал: на вкладке «Ввод-вывод» (только программисты или программисты и операторы) или программами робота.

## 24.6. Переменные



Переменные, созданные на экране переменных, называют «установочные переменные» 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 пункта **Создать новый** отображается окно с предлагаемым именем новой переменной. Данное имя возможно изменить, ввод значения осуществляется касанием текстового поля. Нажать **ОК** можно, только если используемое имя свободно в данной установке.

Чтобы изменить значение установочной переменной, можно выделить переменную в списке и нажать **Изменить значение**.

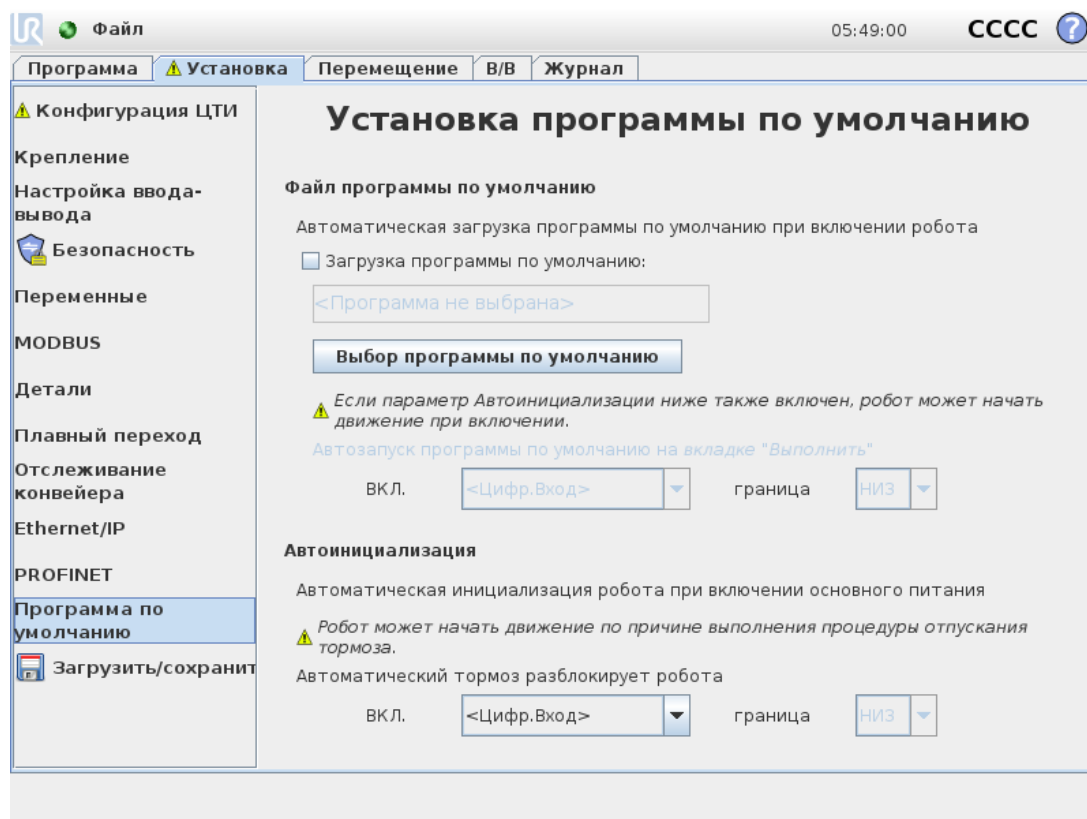
Для удаления переменной выберите ее и нажмите кнопку **Удалить**.

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 варианта действий: использовать установочные переменные с совпадающими названиями вместо программных или выполнить автоматическое переименование конфликтующих переменных.

## 24.7. 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**.

### 24.7.1. Загрузка программы запуска

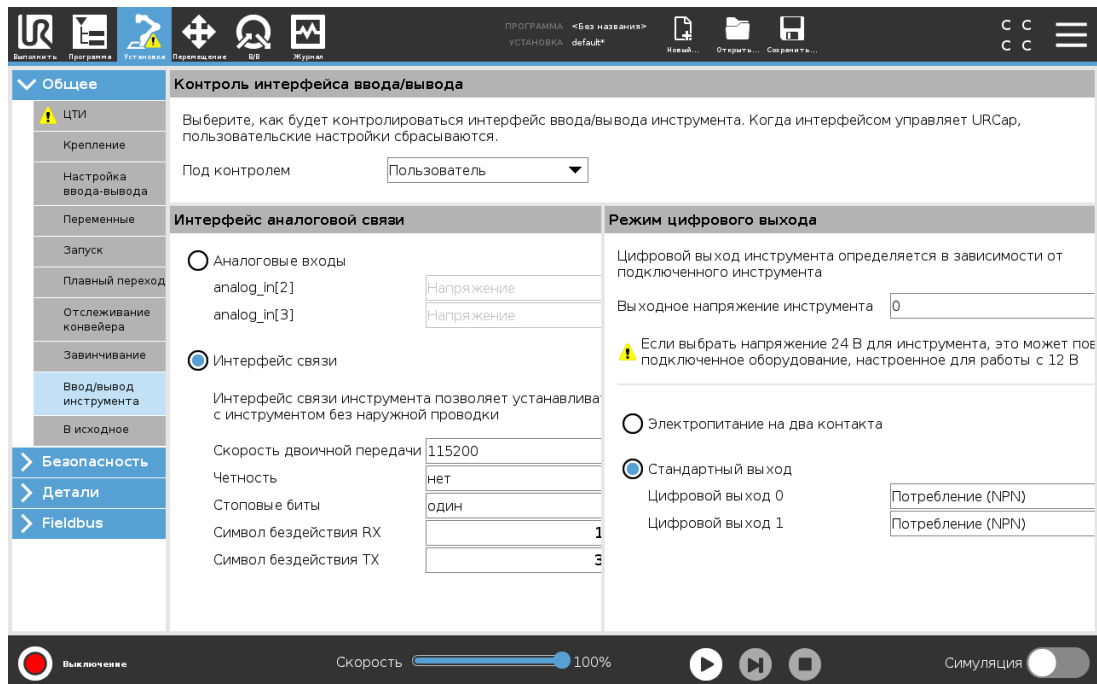
Программа по умолчанию загружается после включения блока управления. Кроме того, при открытом экране **Запустить программу** (см. [22. Вкладка «Выполнить» на странице 133](#)) и отсутствии загруженной программы выполняется автоматическая загрузка программы по умолчанию.

### 24.7.2. 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 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.

## 24.8. Ввод/вывод инструмента



## 24.9. Контроль интерфейса ввода/вывода

**Контроль интерфейса ввода/вывода** обеспечивает переключение между управлением пользователем и URcar.

1. Нажмите вкладку «Установка» и в разделе «Общие» нажмите **Входы и выходы инструмента**.
2. В разделе **Контроль интерфейса ввода/вывода** выберите **Пользователь**, чтобы открыть параметры «Аналоговые входы инструмента» и (или) «Режим цифрового выхода». Выбор URcar убирает доступ к настройкам аналоговых входов инструмента и режиму цифрового выхода.



### ПРИМЕЧАНИЕ

Если URcar управляет концевым исполнительным органом, например, устройством захвата, то для URcar требуется управление интерфейсом входов и выходов инструмента. Выберите в списке URcar, чтобы предоставить управление интерфейсом входов и выходов инструмента.

## 24.10. Аналоговые входы инструмента

### 24.10.1. Интерфейс связи инструмента

Интерфейс связи инструмента (ИСИ) обеспечивает 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.

### 24.10.2. Настройка интерфейса связи инструмента (ИСИ)

1. Нажмите вкладку «Установка» и в разделе «Общие» нажмите **Входы и выходы инструмента**.
2. Чтобы изменить настройки 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 «Ожидания».
3. В раскрывающемся меню в «Интерфейсе связи» 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.

## 24.11. 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. главу пять руководства по установке оборудования.
- Источник тока: позволяет настраивать контакт в конфигурации PNP или вытекающего тока. Когда выход задействован, контакт обеспечивает источником положительного напряжения (настраивается на вкладке «Вход-выходы»). Это можно использовать вместе с контактом ЗАЗЕМ, чтобы создать полный контур.
- Двухтактный: позволяет настроить контакт в двухтактной схеме. Когда выход задействован, контакт обеспечивает источником положительного напряжения (настраивается на вкладке «Вход-выходы»). Это можно использовать вместе с контактом ЗАЗЕМ., чтобы создать полный контур. 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.

### 24.11.1. Питание 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.

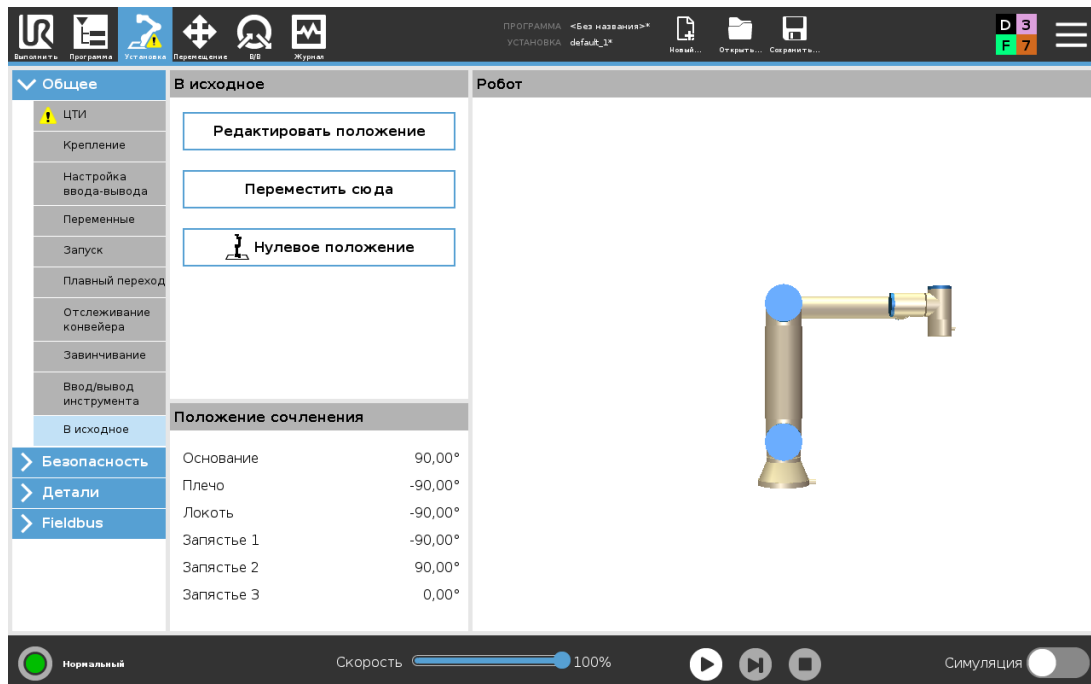
## 24.12. Плавный переход между режимами безопасности

При переключении между режимами безопасности во время событий (входные данные ограниченного режима, ограниченный режим, плоскости срабатывания, предохранительные остановы, трехпозиционное устройство включения), манипулятор робота старается использовать 0,4 с для создания «плавного» перехода. Поведение существующего применения не изменено, что соответствует «жесткой» настройке. Новые файлы установки по умолчанию имеют «плавную» настройку.

### 24.12.1. Регулировка настроек ускорения/замедления

1. В верхнем колонтитуле нажмите пункт **Установка**.
2. В боковом меню слева в разделе **Общее** выберите **Плавный переход**.
3. Для более высокого значения ускорения (замедления) выберите **жесткий** режим.  
Для более плавного (стандартного) перехода выберите **плавный** режим.

## 24.13. Начальное



Начальное – это пользовательское положение, в которое возвращается манипулятор робота. Заданное начальное положение можно использовать при создании программы робота. При помощи исходного положения можно определить безопасное начальное положение. (См. .) Кнопки главного экрана позволяют делать следующее:

- **Редактировать позицию** позволяет изменить начальное положение.
- **Переместить сюда** перемещает манипулятор робота в заданное начальное положение.
- **Нулевое положение** возвращает манипулятор робота в вертикальное положение.

### 24.13.1. Определение начального положения

1. В верхнем колонтитуле нажмите пункт **Установка**.
2. В разделе **Общие** выберите пункт **Начальное**.
3. Нажмите кнопку **Задать положение**.
4. Обучите робота, используя возможности **свободного привода** или **кнопки перемещения**.

## 24.14. 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.

## 24.14.1. Определение конвейера

1. В верхнем колонтитуле нажмите пункт «Установка».
2. В разделе «Общие» выберите **Отслеживание конвейера**.
3. В разделе «Настройка отслеживания конвейера» в раскрывающемся списке выберите **Конвейер 1** или **Конвейер 2**.  
Одновременно определять можно только один конвейер.
4. Выберите **Включить отслеживание конвейера**.
5. Настройте **параметры конвейера** (раздел [24.14.2. Параметры конвейера ниже](#)) и **параметры отслеживания** (раздел [24.14.3. Параметры отслеживания ниже](#)).

## 24.14.2. Параметры конвейера

### *Инкрементальные*

кодовые датчики можно подключать к цифровым входам от 8 до 11. Декодирование цифровых сигналов выполняется на 40 кГц. С помощью **квадратурного** кодового датчика (требующего двух входов) робот может определить скорость и направление конвейера. Если направление конвейера остается неизменным, то можно использовать одиночный вход для обнаружения *возрастающего, спадающего или возрастающего и спадающего* фронта, который определяет скорость конвейера.

### *Абсолютные*

датчики можно подключить через сигнал MODBUS. Для этого требуется предварительная конфигурация цифрового регистра выходов MODBUS (см. раздел [24.19. Настройка ввода-вывода клиента MODBUS на странице 229](#)).

## 24.14.3. Параметры отслеживания

### *Линейные конвейеры*

При выборе линейного конвейера для определения направления его движения необходимо в части установки **Объекты** настроить объект «линия». Точность определяется посредством помещения объекта «линия» параллельно направлению конвейера с большим расстоянием между двумя точками, которые определяют объект. При обучении робота движению между двух точек выполняйте настройку линейного объекта, поместив инструмент вплотную к стороне конвейера. Если направление линейного объекта обратно направлению движения конвейера, используйте кнопку **Обратное направление**. Поле **Тактов на метр** отображает количество тактов, которые кодовый датчик генерирует во время перемещения конвейера на один метр.

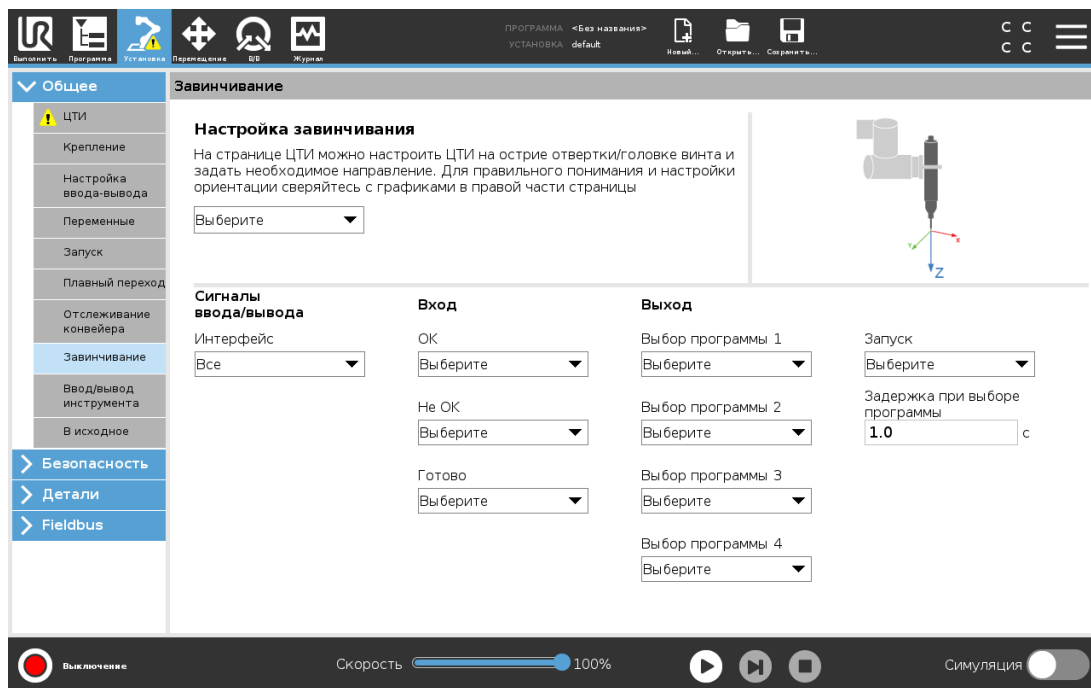
### *Кольцевые конвейеры*

Для отслеживания кольцевых конвейеров необходимо определить центральную точку конвейера.

1. Определите центральную точку в части **Объекты** установки. Значение **Тактов на оборот** должно быть количеством тактов, которые кодовый датчик генерирует, когда конвейер делает один полный оборот.
2. Чтобы ориентация инструмента повторяла поворот конвейера, выберите флажок **Поворачивать инструмент вместе с конвейером**.

## 24.15. Настройка завинчивания

Настройка завинчивания предоставляет параметры для настройки робота для работы с промышленным шурупвертом или гайковертом. Вы можете настроить положение шурупверта относительно фланца для подсоединения инструмента и электрического интерфейса робота.



### 24.15.1. Настройки отвертки

1. В верхнем колонтитуле нажмите пункт **Установка**.
2. В разделе «Общее» выберите **Завинчивание** или создайте собственную ЦТИ для завинчивания, нажав **ЦТИ** в том же разделе.
3. В параметрах **Вход** и **Выход** настройте входы и выходы для шурупверта. Чтобы отфильтровать тип входов и выходов, показанных в параметрах «Вход» и «Выход», можно использовать список **Интерфейс**.
4. Выберите вход/выход для завинчивающего действия в разделе **Запуск**.

Примечание. В любом списке выбора программы для выхода в параметре «Выход» можно выбрать целочисленный выход, чтобы в поле выбора программы (см. 23.11.8. [Завинчивание на странице 193](#)) можно было ввести число.

## 24.15.2. Настройка положения шуруповерта

1. В раскрывающемся меню раздела **Настройка завинчивания** можно выбрать ранее настроенную ЦТИ (см. 24.2. [Конфигурация ЦТИ на странице 207](#)) где «Положение» и «Ориентация» заданы следующим образом:

- Настройте «Положение» в качестве точки наконечника шуруповерта, контактирующей с винтом.
- Настройте «Ориентацию» так, чтобы направление положительной оси Z было выравнено относительно длины закручиваемых винтов.

Координаты по осям X, Y и Z выбранной ЦТИ можно отобразить, чтобы убедиться, что они соответствуют наконечнику или головке инструмента.

Узел программы завинчивания (см. 23.11.8. [Завинчивание на странице 193](#)) использует направление положительной оси Z выбранной ЦТИ, чтобы следовать за винтом и рассчитывать расстояния.

Типовые значения ориентации (указанные в «Вектор вращения» [рад]) показаны в таблице ниже.

Оси завинчивания параллельно направлению отрицательной оси Y фланца робота для подсоединения инструмента		Ориентация <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RX:</b> 1.5708 rad</li> <li>• <b>RY:</b> 0.0000 rad</li> <li>• <b>RZ:</b> 0.0000 rad</li> </ul>
Оси завинчивания параллельно направлению положительной оси Y фланца робота для подсоединения инструмента		Ориентация <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RX:</b> -1.5708 rad</li> <li>• <b>RY:</b> 0.0000 rad</li> <li>• <b>RZ:</b> 0.0000 rad</li> </ul>
Оси завинчивания параллельно направлению положительной оси X фланца робота для подсоединения инструмента		Ориентация <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RX:</b> 0.0000 rad</li> <li>• <b>RY:</b> 1.5708 rad</li> <li>• <b>RZ:</b> 0.0000 rad</li> </ul>
Оси завинчивания параллельно направлению отрицательной оси X фланца робота для подсоединения инструмента		Ориентация <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RX:</b> 0.0000 rad</li> <li>• <b>RY:</b> -1.5708 rad</li> <li>• <b>RZ:</b> 0.0000 rad</li> </ul>

Оси завинчивания параллельно направлению положительной оси Z фланца робота для подсоединения инструмента		<p>Ориентация</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RX:</b> 0.0000 rad</li> <li>• <b>RY:</b> 0.0000 rad</li> <li>• <b>RZ:</b> 0.0000 rad</li> </ul>
Оси завинчивания параллельно направлению отрицательной оси Z фланца робота для подсоединения инструмента		<p>Ориентация</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RX:</b> 3.1416 rad</li> <li>• <b>RY:</b> 0.0000 rad</li> <li>• <b>RZ:</b> 0.0000 rad</li> </ul>

### 24.15.3. Настройка интерфейса шуруповерта

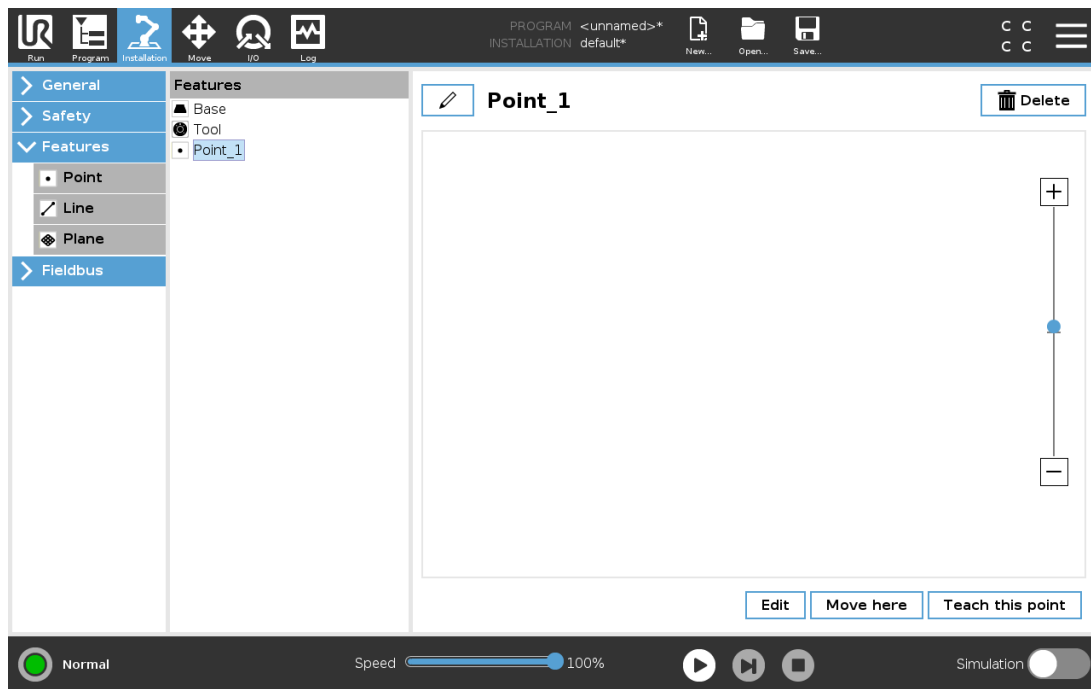
1. Чтобы изменить отображение в зависимости от типа сигнала, используйте раскрывающееся меню **Интерфейс** в верхней части экрана.
2. В параметре **Вход** настройте сигналы, которые робот получает от шуруповерта:
  - ОК: высокий сигнал при успешном окончании завинчивания; если не выбрано, то это условие 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

## 24.16. Безопасность

См. главу [21. Конфигурация безопасности на странице 113](#).

## 24.17. Изменение объектов

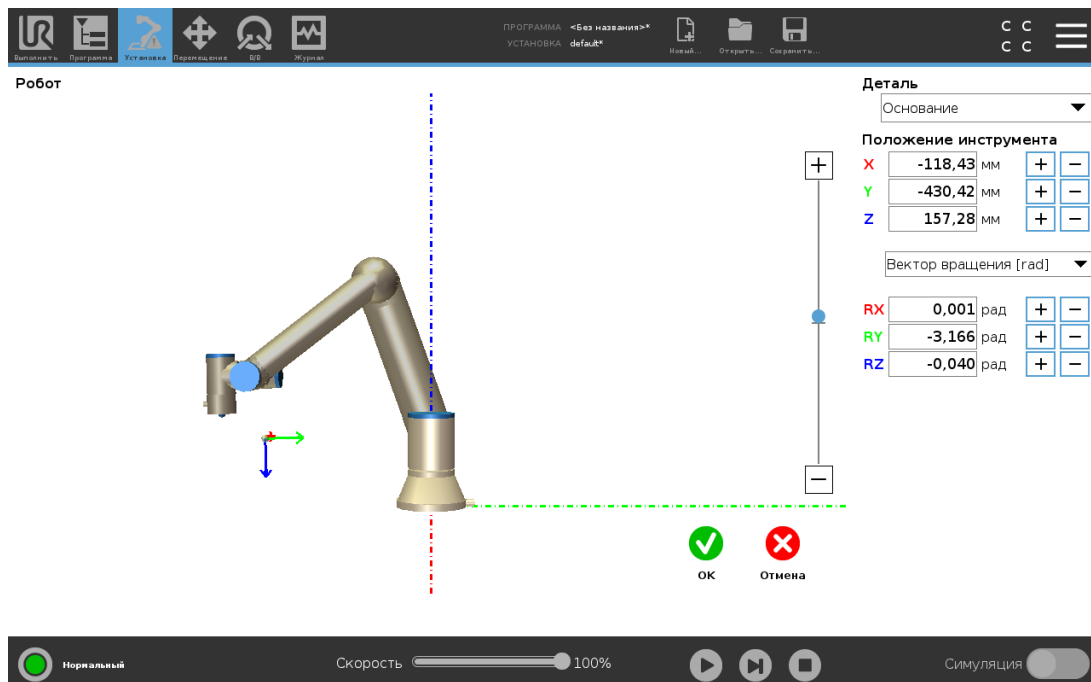
Изменение объектов — еще один способ добавления объектов в установку и (или) изменения существующих объектов.



Кнопка «Изменить» позволяет размещать и перемещать объекты, не двигая манипулятор робота, поэтому объект может находиться за пределами досягаемости манипулятора.

## Изменение точки

Изменять можно определенные и неопределенные точки. После изменения неопределенной точки она становится определенной.



1. В разделе «Установка» нажмите пункт **Объекты**.
2. В разделе «Объект» выберите пункт **Точка** и добавьте точку в дерево программы.
3. Нажмите **Изменить** – откроется экран, на котором можно внести изменения в положение и поворот точки.

## Изменение линии

Линия в дереве программы представляется двумя точками, каждую из которых необходимо определить.

1. В разделе «Установка» нажмите пункт **Объекты**.
2. В разделе «Объект» выберите пункт **Линия** и добавьте линию в дерево программы.
3. Линия состоит из двух точек:
  - Нажмите на одну точку линии и измените ее координаты, затем нажмите на другую точку и задайте ее координаты тоже.

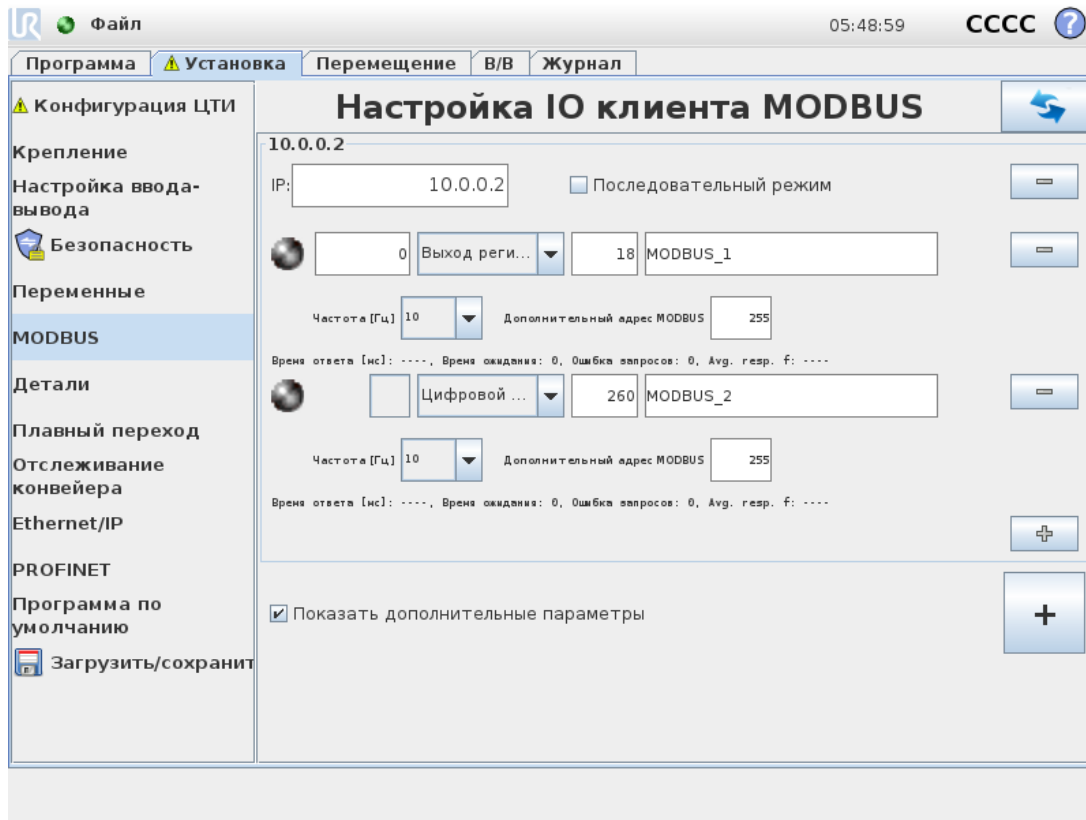
## Изменение плоскости

1. В разделе «Установка» нажмите пункт **Объекты**.
2. В разделе «Объект» выберите пункт **Плоскость** и добавьте плоскость в дерево программы.
3. Нажмите **Изменить** – откроется экран, на котором можно внести изменения в положение и поворот плоскости.

## 24.18. 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.

## 24.19. Настройка ввода-вывода клиента 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.

### 24.19.1. Обновить

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

### 24.19.2. Добавить модуль

Нажмите данную кнопку для добавления нового модуля MODBUS.

### 24.19.3. Удалить модуль

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

## 24.19.4. Установить IP-адрес модуля

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

## 24.19.5. Последовательный режим

*Доступно, только если выбрано «Показать дополнительные параметры» (см. 24.19.13. Показать дополнительные параметры на странице 232).* Выбор этого флажка вынуждает клиента MODBUS дожидаться ответа, прежде чем отправлять следующий запрос. Это режим требуется для некоторых блоков Fieldbus. 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 24.19.14. Дополнительные параметры на странице 232). Индикатор сигнала становится желтым, если фактическая частота сигнала меньше половины значения, выбранного из раскрывающегося списка «Частота».

## 24.19.6. Добавить сигнал

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

## 24.19.7. Удалить сигнал

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

## 24.19.8. 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  **задания значения 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 **задания значения сигнала**, после этого будет использоваться код функции 0x06 (записывающая одновитковая катушка) для установки значения удаленного модуля MODBUS.

### 24.19.9. 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.

### 24.19.10. Установить имя сигнала

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

### 24.19.11. 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.

### 24.19.12. 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 невозможная 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.

### 24.19.13. Показать дополнительные параметры

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

### 24.19.14. Дополнительные параметры

#### Частота обновления

в этом меню можно изменить частоту обновления сигнала. Это означает частоту, с которой отправляются запросы в удаленный модуль MODBUS для считывания или записи значения сигнала. Если частота установлена на 0, то запросы MODBUS инициируются по запросу при помощи функций сценариев *modbus\_get\_signal\_status*, *modbus\_set\_output\_register*, и *modbus\_set\_output\_signal*.

#### Дополнительный адрес

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

#### Восстановить соединение с счетчиком

Количество закрытий подключений ЦТИ и повторных подключений.

#### Статус подключения

Статус подключения ЦТИ

#### Время ответа [мс]

Время между отправкой запроса MODBUS и получением ответа – обновляется только при активном подключении.

*Пакетные ошибки Modbus*

Количество полученных пакетов, содержащих ошибки (например, 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.

## 24.20. Ethernet/IP

EtherNet/IP позволяет включить или выключить соединение робота с протоколом EtherNet/IP. Если выбрано «Включить», можно выбрать действие, которое должна осуществлять программа при потере соединения со сканером EtherNet/IP. Варианты действий:

*Нет:*

PolyScore игнорирует потерю соединения EtherNet/IP и продолжает обработку программы в стандартном режиме.

*Пауза:*

PolyScore ставит текущую программу на паузу. Программа возобновит обработку с того места, где была остановлена.

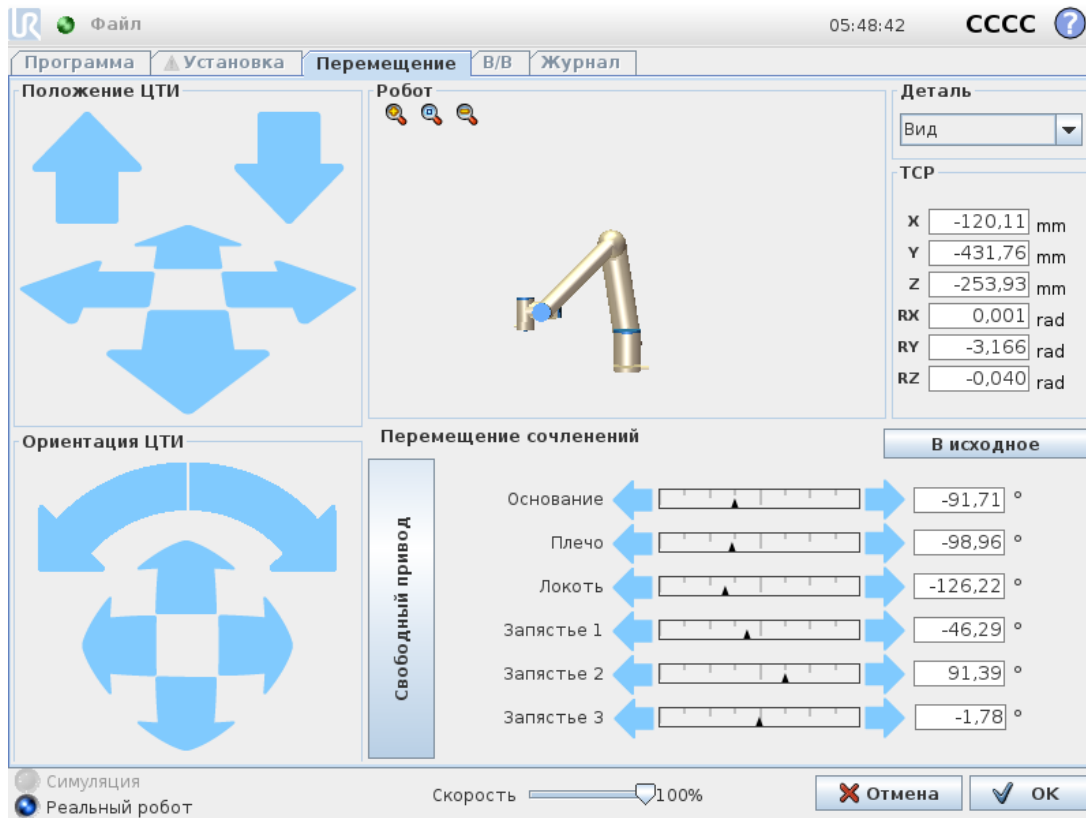
*Остановка:*

PolyScore останавливает текущую программу.



## 25. Вкладка «Перемещение»

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



### 25.1. Перемещение инструмента

Для перемещения манипулятора робота в определенном направлении нажмите и удерживайте любую стрелку **Перемещение инструмента**.

- **Стрелки перемещения** (верхние) перемещают кончик 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 обозначается небольшим синим шаром.

### 25.2. 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. 21.11. [Плоскости на странице 120](#)), будет отображен

ближайший трехмерный предел границ.

Примечание: при выполнении программы роботом визуализация пределов границ будет отключена.

Пределы плоскости безопасности отображаются желтым и черным цветами с небольшой стрелкой, обозначающей перпендикуляр к плоскости — сторону плоскости, на которой разрешено позиционирование ЦТИ робота. Плоскости срабатывания отображаются синим и зеленым цветами с небольшой стрелкой, указывающей на часть плоскости, на которой активны пределы **нормального** режима (см. [21.8. Режимы безопасности на странице 118](#)). 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.

### 25.2.1. Объект

В верхнем левом углу поля **Робот**, под полем **Объект**, можно задать способ управления манипулятором робота относительно объектов **Вид**, **Основание** или **Инструмент**.

Примечание. Чтобы управлять манипулятором робота было удобнее, можно выбрать объект **Вид**, затем с помощью **стрелок поворота** изменить угол просмотра трехмерной модели так, чтобы она совпала с видом реального манипулятора робота.

### 25.2.2. Активная ЦТИ

В поле **Робот**, под полем **Активная ЦТИ**, отображается имя активной центральной точки инструмента (ЦТИ).

### 25.2.3. Начальное

Кнопка **Начальное** открывает экран **Переместить робота в положение**. Здесь, удерживая нажатой кнопку **Авто** (см. [22.4.2. Переместить робота в: на странице 135](#)), можно переместить робота в положение, предварительно заданное на вкладке «Установка» (см. [24.13.1. Определение начального положения на странице 222](#)). Настройки кнопки «Начальное» по умолчанию возвращают манипулятор в вертикальное положение (см. [24.13. Начальное на странице 222](#)).

### 25.2.4. Свободный привод

Нажмите экранную кнопку **Свободный привод**, чтобы самостоятельно переместить манипулятор робота в нужное положение/расположение.

## 25.2.5. Выровнять

Кнопка **Выровнять** позволяет выровнять ось Z активной ЦТИ по отношению к выбранной детали.

## 25.3. Положение инструмента

Текстовые поля показывают полные значения координат этой ЦТИ по отношению к выбранному объекту.

Примечание. Конфигурировать можно несколько именованных ЦТИ (см. [24.2. Конфигурация ЦТИ на странице 207](#)). Нажав **Редактировать расположение**, можно открыть окно **изменения положения**.

## 25.4. Положение сочленения

Поле **Положение сочленения** позволяет напрямую управлять отдельными сочленениями. Каждое сочленение движется в определенном диапазоне пределов от  $-360^\circ$  до  $+360^\circ$ , обозначенном горизонтальной шкалой. Как только предел достигнут, дальнейшее движение сочленения невозможно.

Примечание. Для сочленений можно сконфигурировать диапазон положений, отличный от диапазона по умолчанию (см. [21.10. Пределы для сочленения на странице 119](#)). Новый диапазон обозначается красной зоной внутри горизонтальной шкалы.



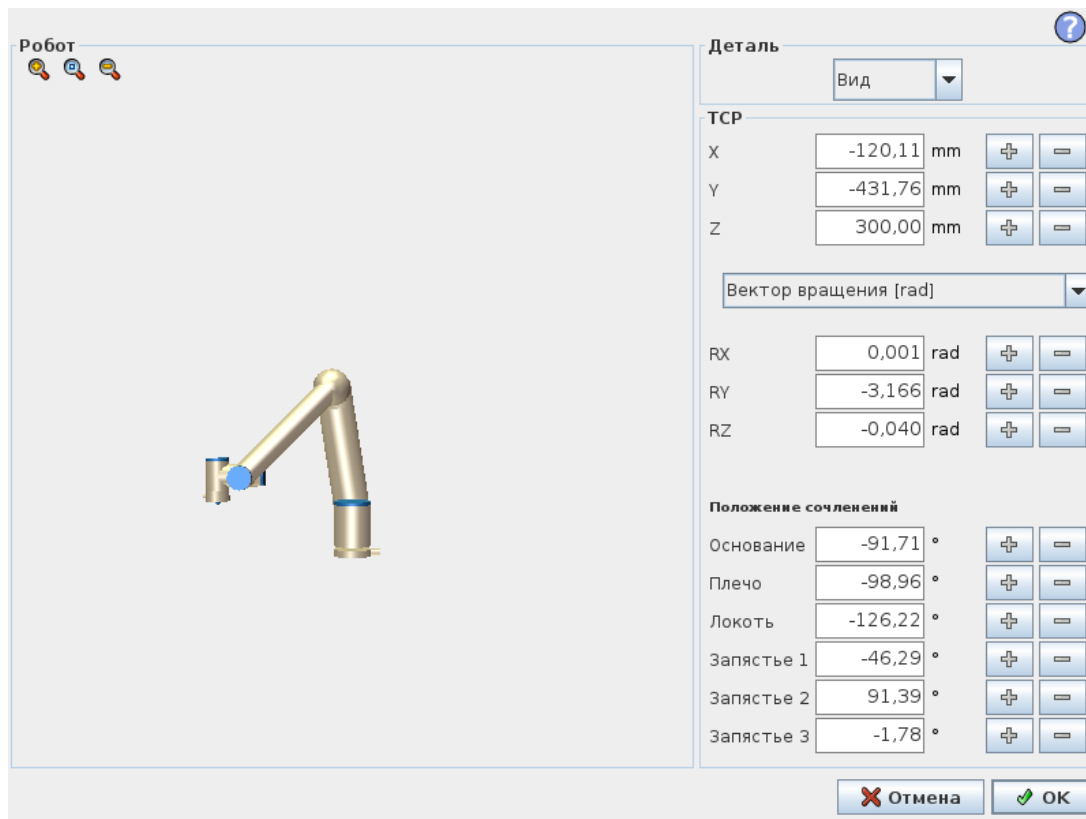
### ВНИМАНИЕ

1. Если на вкладке **Настройки** заданы неправильные настройки центра тяжести (см. [24.4. Монтаж на странице 212](#)) или манипулятор робота удерживает тяжелый груз, то после нажатия вкладки **Свободный привод** манипулятор может начать двигаться (падать). В этом случае просто отпустите вкладку **Свободный привод**.
2. Используйте правильные параметры установки (например, угол монтажа робота, массу полезной нагрузки и центр нагрузки смещения центра тяжести). Выполняйте загрузку установочных файлов вместе с программой.
3. Перед использованием кнопки **Свободный привод** необходимо правильно задать параметры полезной нагрузки и установки робота. Если данные параметры установлены некорректно, то при нажатии кнопки **Свободный привод** робот придет в движение.
4. Функция **Свободный привод** должна использоваться только при наличии соответствующей возможности, что определяется по итогам оценки риска. Инструменты или препятствия не должны иметь острых граней или зон защемления. Убедитесь, что работники находятся вне зоны досягаемости манипулятора робота.



## 25.5. Меню изменения положения

Открыв меню **изменения положения**, можно точно настроить целевые положения сочленений или целевые положения (позиции и ориентации) для ЦТИ. Примечание. Это **офлайн**-меню: непосредственно управлять манипулятором робота через него нельзя.



### 25.5.1. Робот

Трехмерное изображение отображает текущее положение манипулятора робота.

**Затененная** траектория показывает целевое положение манипулятора робота, которым управляют заданные значения на экране. Чтобы увеличить или уменьшить масштаб, нажмите значок лупы. Чтобы изменить вид, проведите пальцем по изображению.

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. [21.11. Плоскости на странице 120](#)), 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. [21.8. Режимы безопасности на странице 118](#)). 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.

## 25.5.2. 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. Подробнее о настройке нескольких именованных ЦТИ см. раздел [24.2. Конфигурация ЦТИ на странице 207](#).

Меню, расположенное над полями **RX, RY** и **RZ**, предназначено для выбора способа отображения ориентации:

- **Вектор вращения [rad]** 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*; длина вектора является значением угла поворота в градусах.
- **RPY [rad]** Углы *крена, наклона и поворота по вертикальной оси (RPY)* указаны в радианах. Матрица поворота RPY (поворот по осям X, Y, Z) представлена следующим образом:  
$$Rrpy(\gamma, \beta, \alpha) = RZ(\alpha) \cdot RY(\beta) \cdot RX(\gamma)$$
- **RPY [°]** Углы *крена, наклона и поворота по вертикальной оси (RPY)* указаны в градусах.

Нажмите на значения, чтобы изменить координаты. Чтобы увеличить или уменьшить текущее значение, нажмите кнопку **+** или **-** справа от поля. Или нажмите и удерживайте кнопки, чтобы непосредственно увеличить или уменьшить значение.

## 25.5.3. Положение сочленений

Отдельные положения сочленений задаются напрямую. Каждое положение сочленений может иметь пределы для сочленения в диапазоне от  $-360^\circ$  до  $+360^\circ$ . Положения сочленений можно настроить следующим способом:

- Нажмите на положение сочленений, чтобы изменить значения.
- Чтобы увеличить или уменьшить текущее значение, нажмите кнопку **+** или **-** справа от поля.
- Нажатие и удерживание кнопки приведет к непосредственному увеличению или уменьшению значения.

## 25.5.4. Кнопка ОК

Если вы открыть этот экран с экрана **Перемещение** (см. [25. Вкладка «Перемещение» на странице 235](#)), нажатие кнопки **ОК** вернет вас на экран **Перемещение**. 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. [Типы движений на странице 146](#)).

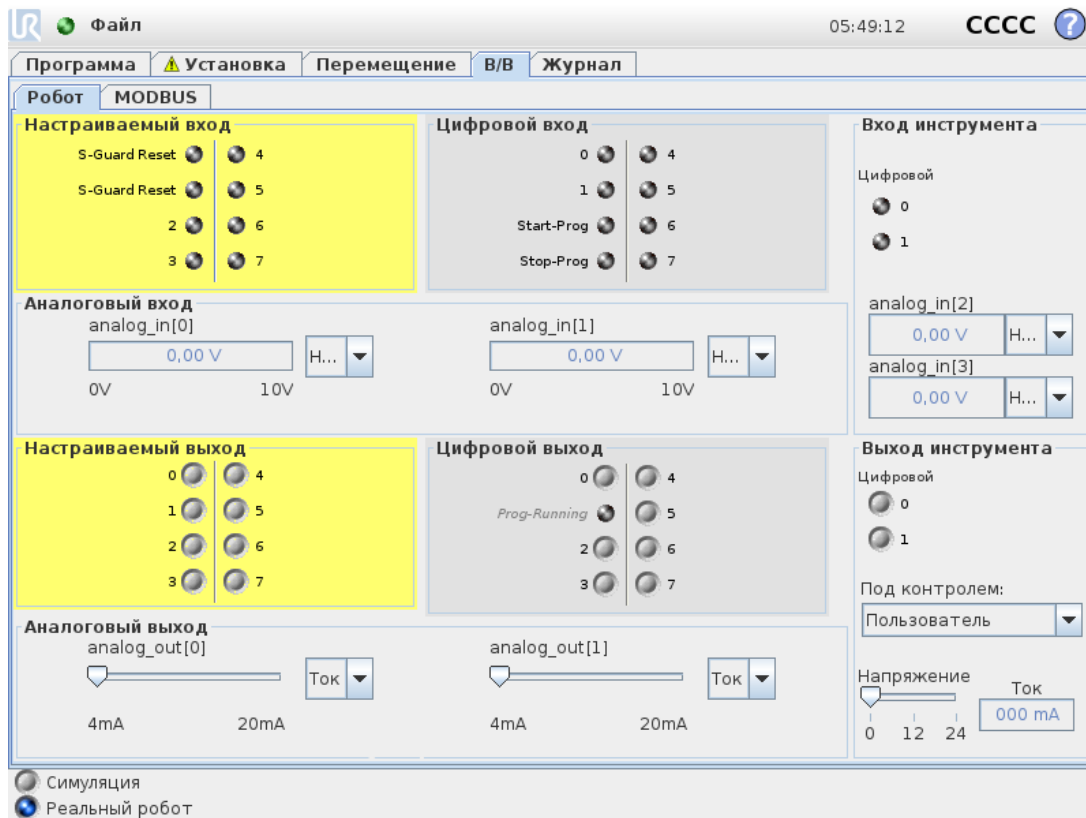
## 25.5.5. Кнопка «Отмена»

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



## 26. Вкладка «Ввод-вывод»

### 26.1. Робот



На этом экране можно проверить и задать сигналы ввода-вывода под напряжением, передаваемые блоку управления или получаемые от него. На экране отображается текущее состояние ввода-вывода, в том числе во время выполнения программы. При внесении изменений во время выполнения программы будет выполнена остановка программы. При остановке программы сохраняются состояния всех выходных сигналов. Частота обновления экрана составляет всего 10 Гц, поэтому очень быстрые сигналы могут отображаться неправильно.

Возможно резервирование настраиваемых входов/выходов для специальных функций безопасности, содержащихся в разделе настройки конфигурации вводов-выводов системы безопасности установки (см. [21.16. В/В на странице 128](#)); имена зарезервированных вводов-выводов будут совпадать с именами по умолчанию используемой функции безопасности, однако имя можно также может быть задано пользователем. Настраиваемые выходы, зарезервированные для функций безопасности, не являются переключаемыми и будут отображаться только в качестве индикаторов.

Электрические характеристики сигналов описаны в главе .

## Напряжение

В разделе «Выход инструмента» пункт «Напряжение» можно настроить, только когда выход инструмента управляется пользователем. Выбор URСар также убирает доступ к параметру «Напряжение».

## 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. Выбор URСар в «Выходе инструмента» убирает доступ к «Настройкам домена» для аналоговых входов инструмента.

## Интерфейс связи инструмента

При включенном **интерфейсе связи инструмента (ИСИ)** 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**.

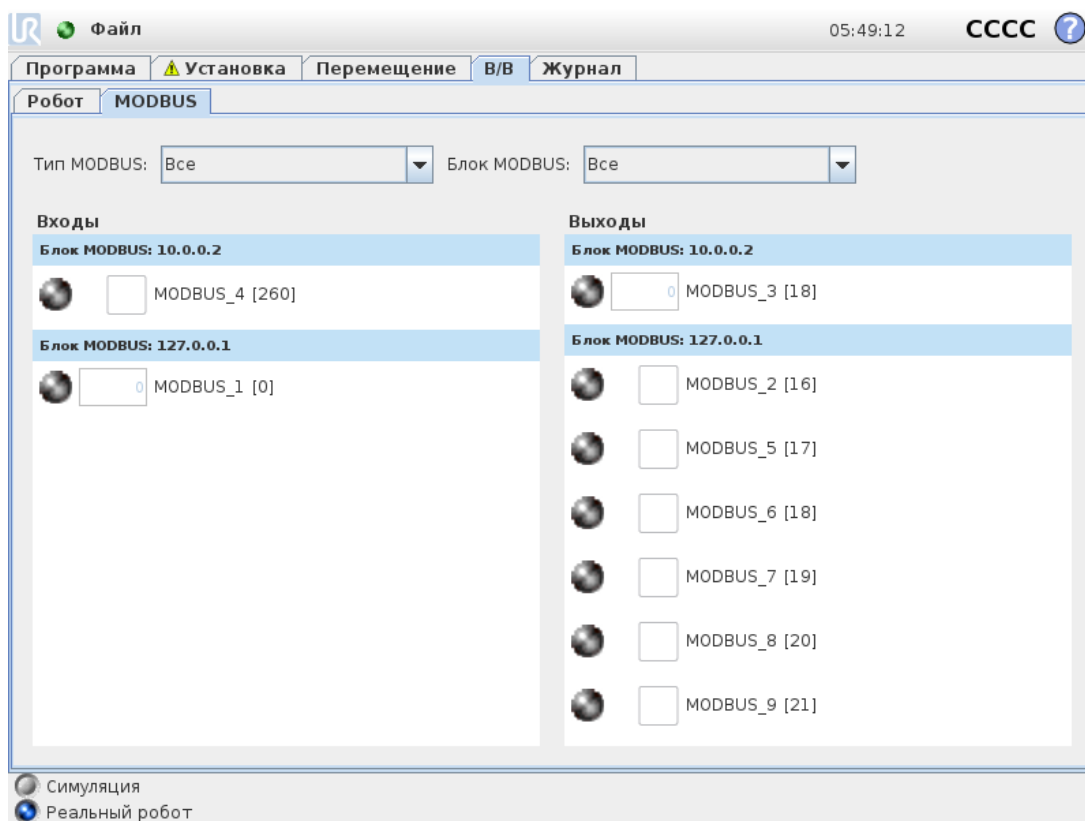
**Tool Digital Output**

*Power*   *GND*

**Current**

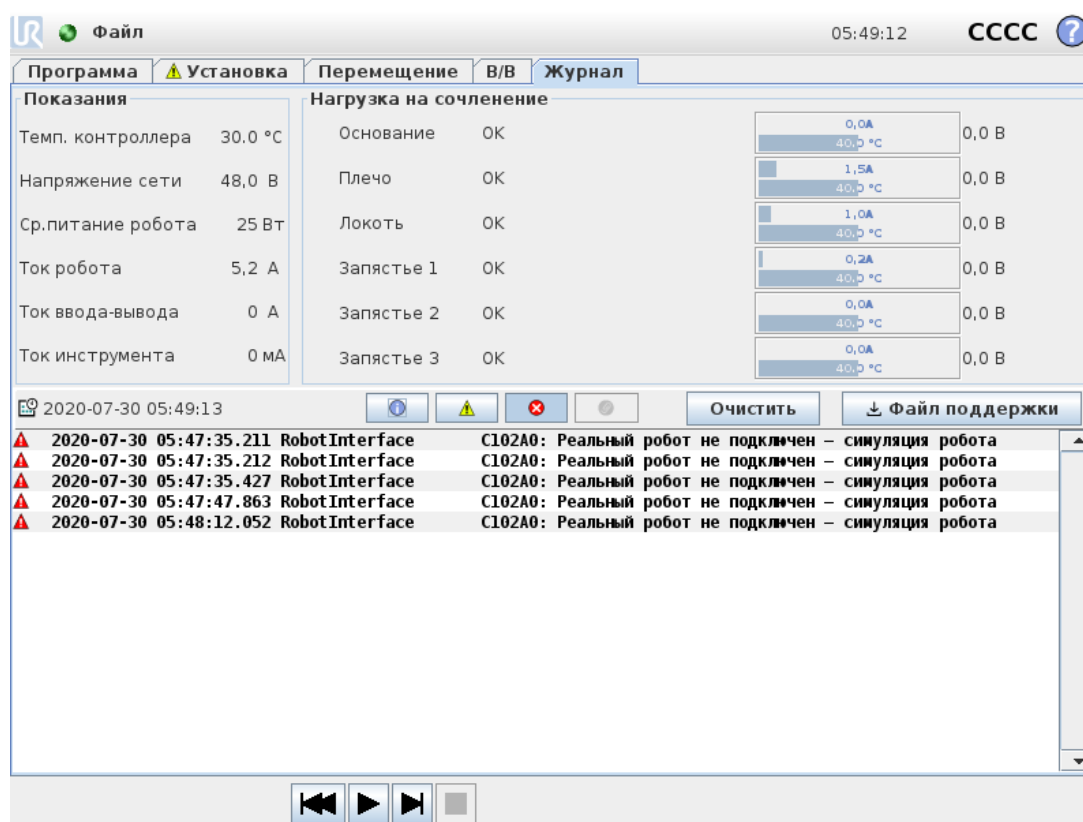
## 26.2. MODBUS

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, имя и адрес сигнала. Выходные сигналы можно изменять, если это разрешено состоянием соединения и настройкой на вкладке «Ввод-вывод» (см. ).





## 27. Вкладка «Журнал»



### 27.1. 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 сочленении и напряжении.

### 27.2. 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.

## 27.3. Сохранение отчетов об ошибках

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

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



### ПРИМЕЧАНИЕ

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

Возможно отслеживать и экспортировать ошибки из следующего списка:

- Неисправность
- Внутреннее исключение PolyScope
- Защитный останов
- Необработанное исключение в URCap
- Запрет

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

## 27.4. Файл для технической поддержки

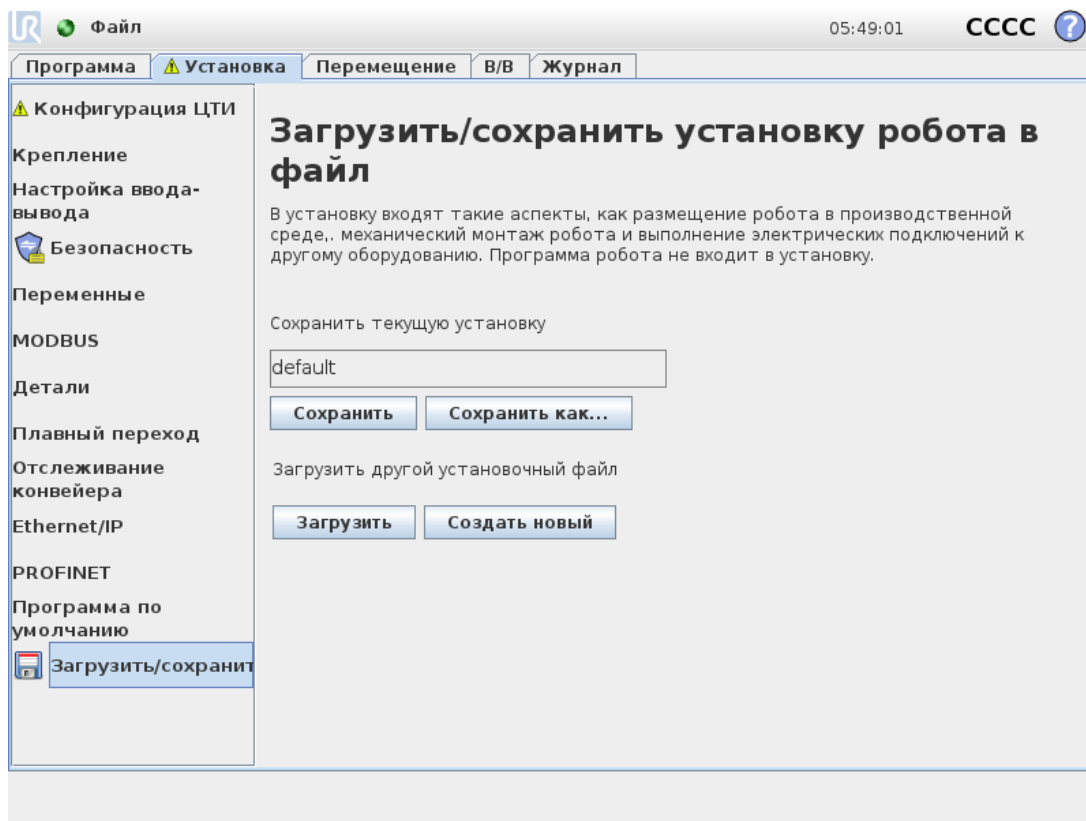
В файле отчета содержатся сведения для диагностики и воспроизведения ошибок. Кроме того, файл содержит записи о предыдущих сбоях робота, а также его текущую конфигурацию, программы и установки. Отчет можно сохранить на внешний USB-накопитель. Чтобы воспользоваться этой функцией, на экране «Журнал» нажмите кнопку **Файл поддержки** и следуйте указаниям.



### ПРИМЕЧАНИЕ

Экспорт может занять до 10 минут в зависимости от скорости USB-накопителя и размера файлов, полученных от робота. Отчет сохраняется в виде обычного не защищенного паролем ZIP-файла, который можно изменить перед отправкой в службу технической поддержки.

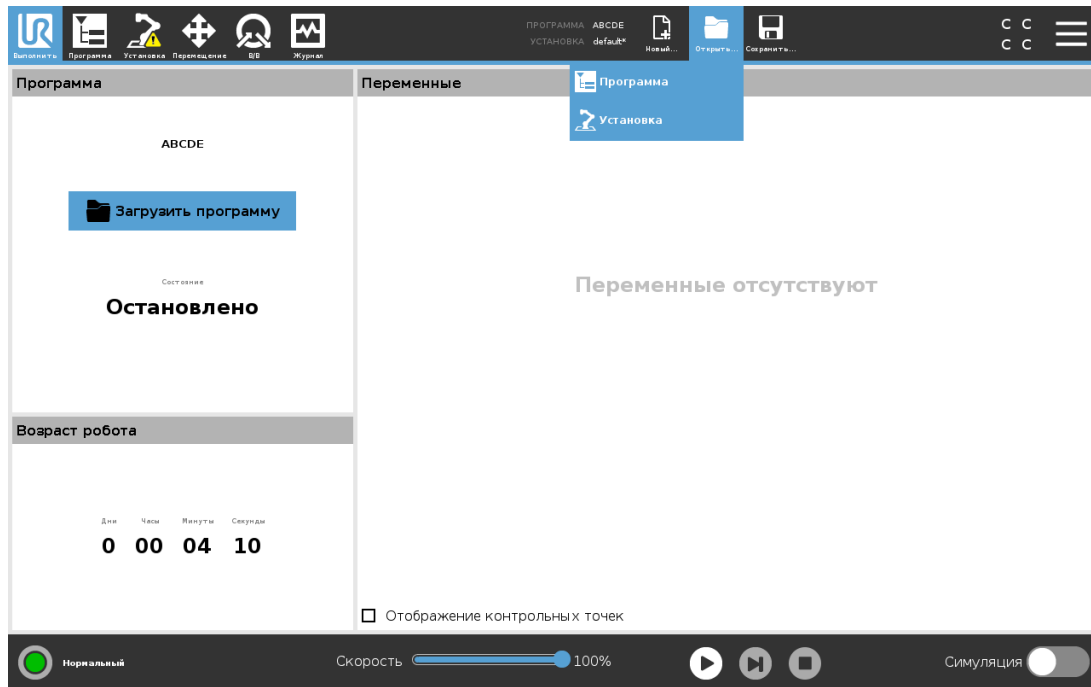
## 28. Менеджер программ и установок



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.

### 28.1. Открыть...

Позволяет загрузить программу и/или установку.



### Открытие программы

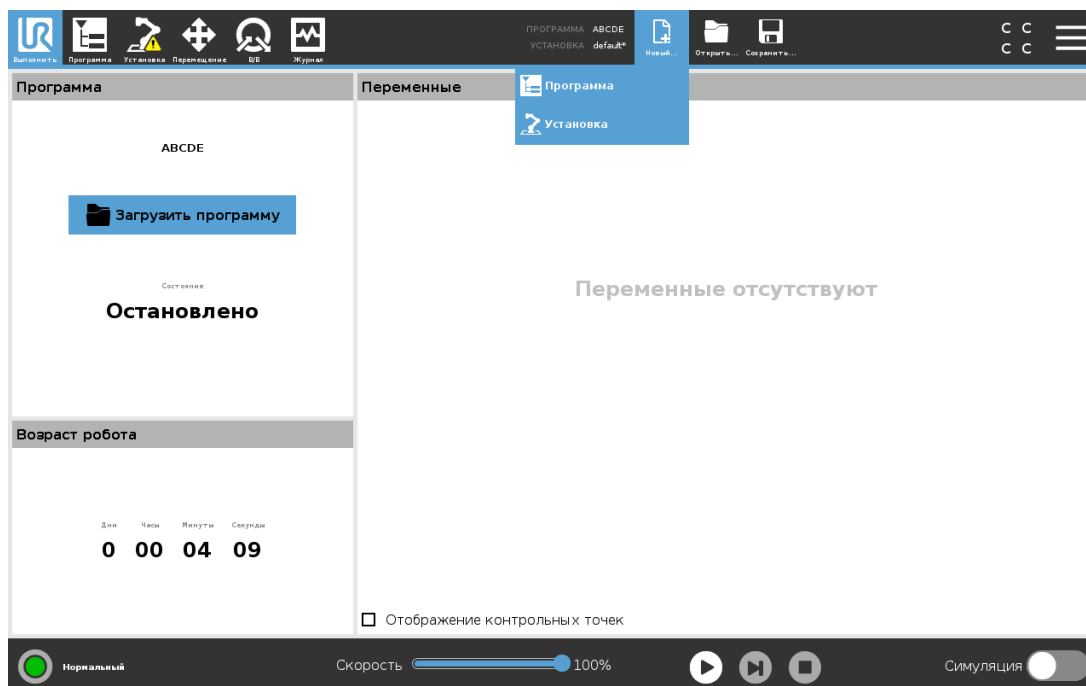
1. В менеджере программ и установок нажмите **Открыть...** и выберите пункт «Программа».
2. В окне «Загрузить программу» выберите существующую программу и нажмите «Открыть».
3. Убедитесь, что в пути файла отображается имя нужной программы.

### Открытие установки.

1. В менеджере программ и установок нажмите **Открыть...** и выберите пункт «Установка».
2. В окне «Загрузить установку робота» выберите существующую установку и нажмите «Открыть».
3. В поле «Конфигурация безопасности» выберите «Применить» и выполните перезапуск робота.
4. Выберите «Назначить установку», чтобы назначить установку для текущей программы.
5. Убедитесь, что в пути файла отображается имя нужной установки.

## 28.2. Новый...

Позволяет загрузить создать новую программу и/или установку.



### Создание новой программы

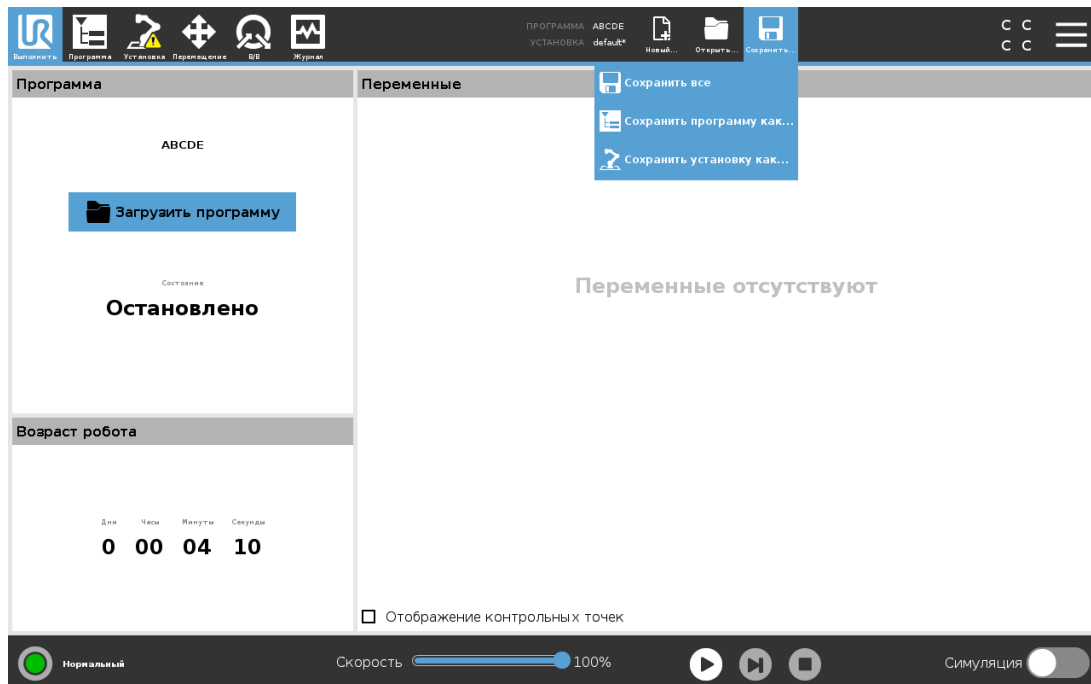
1. В менеджере программ и установок нажмите **Создать...** и выберите пункт «Программа».
2. В окне «Программа» сконфигурируйте новую программу должным образом.
3. В менеджере программ и установок нажмите **Сохранить...** и выберите «Сохранить все» или «Сохранить программу как...»
4. В окне «Сохранить программу как» присвойте программе имя и нажмите «Сохранить».
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 менеджере программ и установок нажмите **Создать...** и выберите пункт «Установка».
2. Нажмите «Подтвердить конфигурацию безопасности».
3. В окне «Установка» сконфигурируйте новую установку должным образом.
4. В менеджере программ и установок нажмите **Сохранить...** и выберите «Сохранить установку как...»
5. В окне «Сохранить установку робота» присвойте файлу имя и нажмите «Сохранить».
6. Выберите «Назначить установку», чтобы назначить установку для текущей программы.
7. Убедитесь, что в пути файла отображается имя новой установки.

## 28.3. Сохранить...



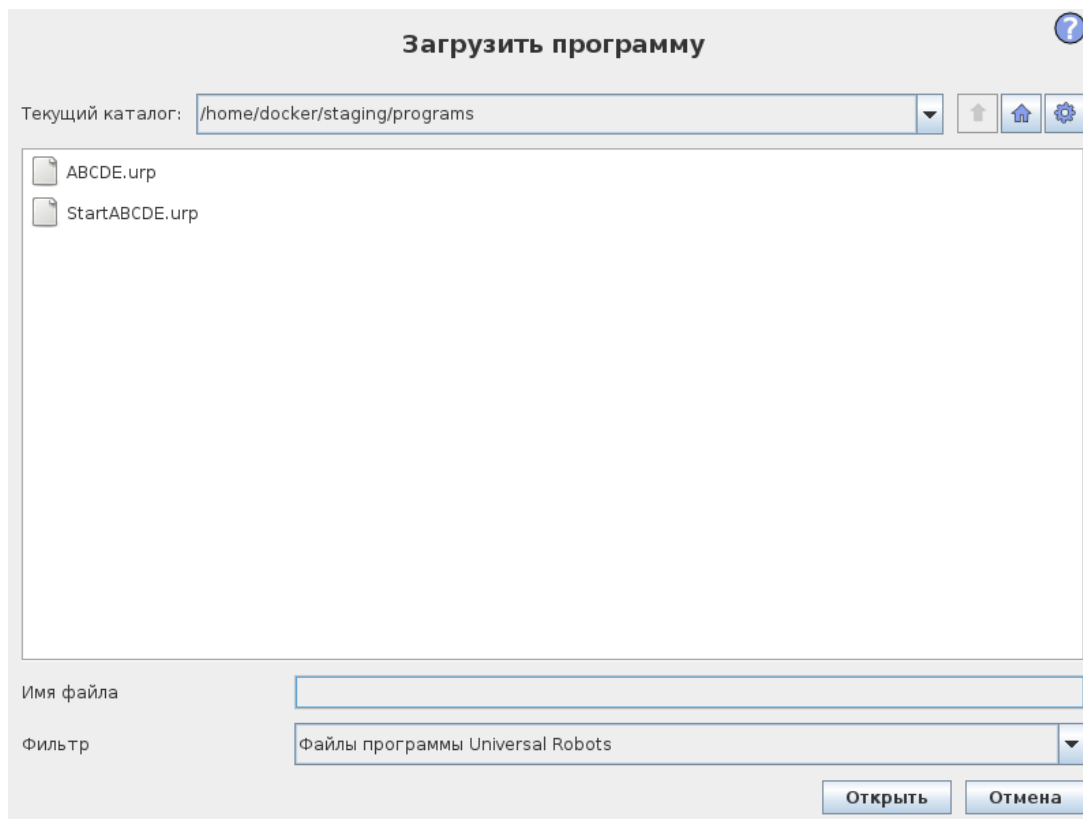
Функция **Сохранить** предлагает три варианта. В зависимости от программы/установки, которую вы загружаете или создаете, вы можете выбрать:

**Сохранить все** – 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 «Сохранить все...» отображается не активной.

**Сохранить программу как...** – изменить имя и расположение новой программы. Примечание: текущая установка также сохраняется – под текущим именем и с текущим расположением.

**Сохранить установку как...** – изменить имя и расположение новой установки. Примечание: текущая программа сохраняется под текущим именем и с текущим расположением.

## 28.4. 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 отображаются 10 последних сохраненных версий программы, где «.old0» – самая новая, а «.old9» – самая старая.

### Имя файла

Здесь отображается выбранный файл. При сохранении файла используйте текстовое поле для ввода имени файла.

## Кнопки «Действие»

Строка меню состоит из ряда кнопок, используемых для управления файлами.

Действие «Резервное копирование» справа от строки меню используется для резервного копирования выбранных файлов и каталогов на USB-накопитель. Действие «Резервное копирование» включено только в том случае, если к USB-порту подключен внешний накопитель.

## 29. Меню «Гамбургер»

### 29.1. Справка

Здесь можно найти определения для всех элементов, определяющих возможности PolyScore.

1. В правом углу **верхнего колонтитула** нажмите на меню **Гамбургер** и выберите пункт **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.

### 29.2. О программе

Можно вывести на экран версию и юридическую информацию.

1. Нажмите на меню **Гамбургер** и выберите пункт **О программе**.
2. Нажмите пункт **Версия** или **Юридическая информация** для отображения данных.
3. Нажмите «Закрыть», чтобы вернуться к исходному экрану.

### 29.3. Настройки

#### Персонализация настроек PolyScore

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. Чтобы применить изменения, нажмите **Применить и перезапустить** справа внизу.
4. Чтобы закрыть окно «Настройки» без изменений, нажмите внизу слева **Выход**.

#### 29.3.1. Параметры

##### Язык

Вы можете изменить язык и единицы измерения (метрические или имперские) для PolyScore.

## Время

Вы можете получить доступ и/или изменить текущее время и дату, отображаемые на PolyScore.

1. В верхнем колонтитуле нажмите значок меню «Гамбургер» и выберите **Настройки**.
2. В разделе «Параметры» выберите **Время**.
3. Проверьте и измените **время** и (или) **дату** при необходимости.
4. Нажмите **Применить и перезапустить**, чтобы применить изменения.

Дата и время отображаются на вкладке «Журнал» (см. [27.2. Журнал на странице 247](#)) в разделе **Журнал**.

## Скрыть ползунок скорости

Расположенный в нижней части экрана вкладки «Выполнить» ползунок скорости позволяет оператору изменять скорость выполняемых программ.

1. В верхнем колонтитуле нажмите значок меню «Гамбургер» и выберите **Настройки**.
2. В разделе «Параметры» нажмите **Окно «Выполнить»**.
3. С помощью флажка установите отображение или скрытие **ползунка скорости**.

## 29.3.2. Пароль

### Режим

Пароль рабочего режима предотвращает внесение несанкционированных изменений в настройки робота, так как с его помощью создаются две различные пользовательские роли в PolyScore: 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 PolyScore запрашивает пароль, который был предварительно задан для этого окна.

### Безопасность

Пароль безопасности предотвращает внесение несанкционированных изменений в настройки безопасности.

## 29.4. Система

### 29.4.1. Резервное копирование и восстановление

Вы можете сохранить полную копию своей системы на USB-накопитель и использовать ее для восстановления системы до предыдущего состояния. Это может быть необходимо в случае повреждения данных на диске или случайного удаления.

**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 «Гамбургер» и выберите **Настройки**.
2. В разделе «Система» нажмите **Восстановление с резервной копии**.
3. Выберите место для хранения резервной копии и нажмите **Резервное копирование**.
4. Нажмите **ОК**, чтобы выполнить полную перезагрузку системы.

**Восстановление системы**

1. В верхнем колонтитуле нажмите значок меню «Гамбургер» и выберите **Настройки**.
2. В разделе «Система» нажмите **Восстановление с резервной копии**.
3. Выберите файл резервной копии и нажмите **Восстановить**.
4. Нажмите **ОК**, чтобы подтвердить.

**29.4.2. Обновить**

Устанавливайте обновления с USB-накопителя, чтобы убедиться, что на роботе используется новейшая версия программного обеспечения.

**Обновление программного обеспечения**

1. В верхнем колонтитуле нажмите значок меню «Гамбургер» и выберите **Настройки**.
2. В разделе «Система» нажмите **Обновить**.
3. Вставьте USB и нажмите **Поиск**, чтобы просмотреть список допустимых файлов обновлений.
4. Выберите нужную версию из списка допустимых файлов обновлений и нажмите **Обновить** для установки.

**ВНИМАНИЕ**

Всегда выполняйте проверку программ(-ы) после обновления ПО. Обновление может привести к изменению траекторий в программах.

### 29.4.3. 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.



### 29.4.4. Управление файлами URCap

Вы можете администрировать существующие **URCaps** или установить новые на робота.

1. В верхнем колонтитуле нажмите меню «Гамбургер» и выберите **Настройки**.
2. В разделе «Система» выберите **URCaps**.
3. Нажмите кнопку **+**, выберите файл **.urcap** и нажмите **Открыть**. Примечание: дополнительную информацию о новых URCaps можно открыть, выбрав их в поле **Активные URCaps**. Дополнительная информация отображается ниже в поле **Информация URCaps**.
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 **Перезапуск**, чтобы изменения вступили в силу.

### 29.4.5. Дистанционное управление

Робот может быть в режиме «Местное управление» (с управлением с подвесного пульта обучения) или «Дистанционное управление» (с внешним управлением).

 <b>Местное управление не допускает</b>	 <b>Дистанционное управление не допускает</b>
Включать и отпускать тормоз робота через сеть	Перемещение робота с вкладки Переместить

 <b>Местное управление не допускает</b>	 <b>Дистанционное управление не допускает</b>
Получать и выполнять программы робота и пересылать установку роботу по сети	Начинать с подвешного пульта обучения
Автоматически запускать программы при загрузке с управлением с цифровых вводов	Загружать программы и установки с подвешного 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 включении и выборе функции дистанционного управления данное ограничение устраняется. Чтобы управление всеми текущими программами и выполняемыми скриптами могло осуществляться дистанционно, включите дистанционное управление посредством профиля «Местное управление» (управление PolyScope) робота.

Примечание. Для доступа к дистанционному и местному режимам в профиле активизируйте функцию «Дистанционное управление» в настройках.

## Включение дистанционного управления

1. В верхнем колонтитуле нажмите меню «Гамбургер» и выберите **Настройки**.
2. В разделе «Система» 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. Это позволяет переключаться между режимами «Местное управление» и «Дистанционное управление».
4. Чтобы переключить настройки PolyScope, в меню профиля выберите **Дистанционное управление**. Примечание. Вернуться в режим «Местное управление» можно путем возврата в профильное меню или выбора профиля оператора или программиста, если задан пароль.



### ПРИМЕЧАНИЕ

- Дистанционное управление ограничивает действия оператора на PolyScope, однако позволяет следить за состоянием робота.
- Если робот был выключен в режиме «Дистанционное управление», то он в том же режиме будет запущен.

## 29.5. Выключение робота

Кнопка **Завершение работы** позволяет выключить робота или выполнить его перезапуск.



## Выключение робота

1. В верхнем колонтитуле нажмите меню «Гамбургер» и выберите **Выключение робота**.
2. В диалоговом окне «Выключение робота» нажмите **Отключить питание**.

## 30. 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 подробную информацию см. в ISO 13850 или 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 подробную информацию см. в ISO 13850 или 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 подробную информацию см. 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 категории 3 — одиночный сбой не приводит к потере функции безопасности. Более подробную информацию см. 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. PLd относится ко второй наивысшей категории надежности, что обозначает чрезвычайную надежность выполнения функции безопасности. Более подробную информацию см. в ISO 13849-1.

### *Диагностический охват (ДО)*

является мерой эффективности диагностики, которая используется для достижения номинального уровня производительности. Более подробную информацию см. 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 подробную информацию см. в ISO 13849-1.

**Сборщик-интегратор**

Юридическое лицо, которое занимается разработкой окончательной установки робота. Интегратор несет ответственность за проведение окончательной оценки риска и должен обеспечить соответствие окончательной установки местному законодательству и нормативным актам.

**Оценка риска**

Комплексный процесс определения всех рисков и их уменьшения до надлежащего уровня. Требуется выполнить документирование оценки риска. Более подробная информация приведена в ISO 12100.

**Совместное программное приложение робота**

Термин *совместное* относится к взаимодействию между оператором и роботом в программном приложении робота. См. точные определения и описания в ISO 10218-1 и ISO 10218-2.

**Конфигурация безопасности**

Функции и интерфейсы, связанные с безопасностью, конфигурируются с помощью параметров конфигурации безопасности. Они определяются через интерфейс программного обеспечения, см. часть [Часть II Руководство PolyScope на странице 93](#).

## 30.1. Index

### A

- About 255**
- Align 237**
- Auto 236**
- Automatic mode 109**
- Automatic Mode Safeguard Reset 129**
- Automatic Mode Safeguard Stop 129**

### B

- Base 62, 99, 149**
- Blend parameters 152**
- Blending 151**
- Bracket 32**

**C**

**Cone angle** 127  
**Cone center** 127  
**Configurable I/O** 36  
**Configure Robot Installation** 98  
**control box** 75, 100, 216, 243  
**Control Box** 2, 30, 32, 35, 45, 47-48, 193  
**Conveyor Tracking** 35, 192  
**Conveyor Tracking Setup** 222

**D**

**Delete** 121  
**Direction Vector** 158  
**Disabled** 121, 123  
**Disabled Tool direction limit** 127

**E**

**Edit Position** 126  
**Elbow** 62, 99  
**Elbow Force** 117  
**Elbow Speed** 117  
**Error** 195  
**Ethernet** 32, 228  
**EtherNet/IP** 33, 213, 233  
**Expression Editor** 176

**F**

**Factory Presets** 116

**Feature** 236

**Feature menu** 190

**File Path** 249

**Folder** 167

**Footer** 95, 135

**Force mode** 189

**Frame** 190

**Freedrive** 24, 109, 192, 212, 236-237

## G

---

**General purpose I/O** 36

## H

---

**Hamburger Menu** 97

**Header** 95

**Home** 236

## I

---

**I/O** 32, 38, 96, 128, 213, 243

**Initialize** 97, 100

**input signals** 128

**Installation** 96, 217, 249, 251

**Installation variables** 216

**integrator** 13

## J

---

**Joint load** 247

**joint space** 147

**L****Log** 96**M****Manual High Speed** 97, 111**Manual mode** 109**Mini Displayport** 32**MODBUS** 33, 223, 228-229, 231, 245**mode**

Automatic 96

Local 96

Manual 96

Remote 97

**Modes** 23, 121**Momentum** 116**Motion** 191**Mounting bracket** 2**Move** 96, 109, 146, 148, 163, 241**Move robot to** 135**Move Tool** 235**MoveJ** 146, 241**MoveL** 146, 241**MoveP** 146**N****New...** 96, 249**Normal** 121**Normal & Reduced** 121**Normal & Reduced Tool direction limit** 128**Normal mode** 118, 128, 145, 239

**Normal Plane** 123

**Normal Tool direction limit** 128

**Not Reduced mode** 130

## O

---

**Open...** 96, 249

**output signals** 130

## P

---

**Pan angle** 128

**Play** 97, 135

**Point** 190

**PolyScope** 1, 24, 95, 99, 102, 132-133, 168, 207, 228, 233, 255, 259

**popup** 164

**Pose Editor** 237

**Position** 125

**Position range** 119

**Power** 116

**Program** 95, 133, 193, 249, 251

**Program a Robot** 98

**Program and Installation Manager** 96, 249

**program node** 137

**Program Node** 143

**Program Tree** 137

## R

---

**Radius** 125

**Recovery mode** 24, 118

**Reduced** 121

**Reduced mode** 23, 118, 125, 128-130

**Reduced Tool direction limit** 128  
**Relative waypoint** 149  
**Remote Control** 218, 259  
**Rename** 121  
**Restrict Elbow** 122  
**risk assessment** 3, 7, 13, 15, 19  
**Robot** 125, 235-236  
**Robot arm** 75, 99-100, 186-187, 189, 191, 216, 235  
**Robot Arm** 32  
**Robot Limits** 116  
**Robot Moving** 130  
**Robot Not Stopping** 130  
**Robot Program Node** 143  
**Run** 95, 133  
**Run a Program** 98

## S

**safe Home** 130  
**Safeguard Reset** 129  
**Safety Checksum** 97, 115  
**Safety Configuration** 13, 113, 115, 119  
**Safety functions** 17-18  
**Safety I/O** 17, 23, 36, 38  
**Safety instructions** 55  
**Safety planes** 120, 236, 239  
**Safety Settings** 8, 113, 256  
**Save...** 96, 249, 252  
**Screen** 95  
**Script manual** 3  
**Service manual** 3  
**Set** 163  
**Settings** 255  
**Setup** 237

**Shoulder** 62, 99  
**Show** 121  
**Simple** 190  
**Simulation** 97  
**Speed Slider** 97, 109  
**Standard** 75, 77  
**Step** 97  
**Stop** 97  
**stopped state** 100  
**Stopping Distance** 117  
**Stopping Time** 117  
**Success** 195  
**Switch Case construction** 176  
**System Emergency stop** 129  
**System Emergency Stop** 130

## T

**TCI** 162  
**Teach Pendant** 2, 30-31, 45, 95, 100, 131, 192, 258  
**Templates** 193  
**Test button** 192  
**Tilt angle** 128  
**Tool** 125  
**Tool Center Point** 118, 149, 207, 236  
**Tool Center Position** 125  
**Tool Communication Interface** 220  
**Tool Direction** 126-127  
**Tool Force** 117  
**Tool I/O** 49  
**Tool Position** 125-126  
**Tool Speed** 117  
**Trigger Plane** 123  
**Trigger Reduced Mode** 121

**U**

---

**Until 158**

**Until Distance 159**

**Until Expression 159**

**Until Tool Contact 159**

**UR+ 3**

**V**

---

**Variable feature 149**

**Variable waypoint 149**

**Variables 133**

**Voltage 244**

**W**

---

**Wait 162**

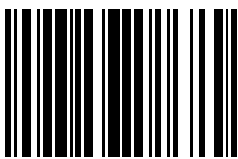
**Warning signs 8**

**Warranty 60**

**Waypoint 146, 149-151, 156**

**Waypoints 105**

**Wrist 99**



99429