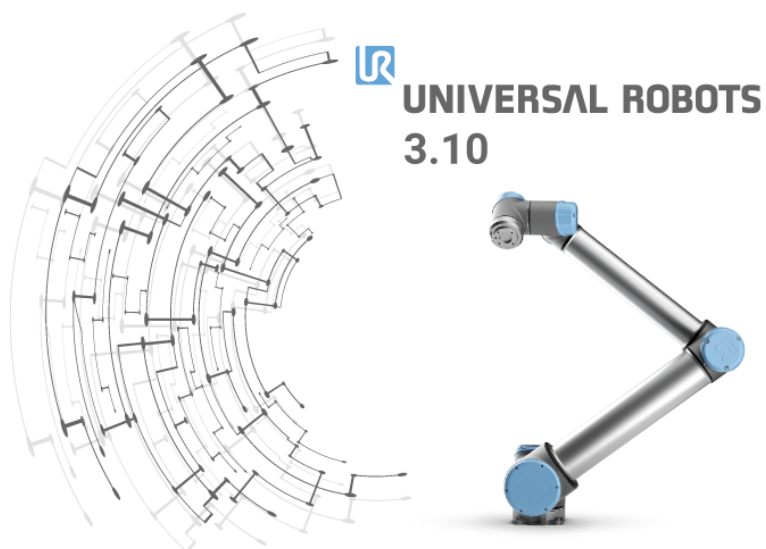




# UNIVERSAL ROBOTS

## Руководство PolyScope



Версия 3.10

Перевод оригинальных инструкций (ru)

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

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

Авторское право © 2009–2019 Universal Robots A/S

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

# Contents

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

13	Управление роботом	II-39
13.1	Вкладка «Переместить»	II-39
13.1.1	Робот	II-39
13.1.2	Положение деталей и инструмента	II-40
13.1.3	Перемещение инструмента	II-40
13.1.4	Перемещение сочленений	II-40
13.1.5	Свободный привод	II-40
13.2	Вкладка «Ввод-вывод»	II-41
13.3	MODBUS	II-42
13.4	Вкладка «Автоперемещение»	II-43
13.5	Установка → Загрузить/сохранить	II-44
13.6	Установка → Конфигурация ЦТИ	II-45
13.6.1	Добавление, переименовывание, изменение и удаление ЦТИ	II-46
13.6.2	ЦТИ по умолчанию и активная	II-46
13.6.3	Обучение положению ЦТИ	II-47
13.6.4	Обучение ориентации ЦТИ	II-48
13.6.5	Полезная нагрузка	II-48
13.6.6	Центр тяжести	II-48
13.7	Установка → Монтаж	II-49
13.8	Установка → Настройка ввода-вывода	II-50
13.8.1	Тип сигнала ввода-вывода	II-50
13.8.2	Назначение пользовательских имен	II-51
13.8.3	Входные/выходные действия и управление на вкладке Ввод-вывод	II-51
13.9	Установка → Безопасность	II-52
13.10	Установочные → переменные	II-52
13.11	Установка → Настройка ввода-вывода MODBUS	II-53
13.12	Установка → Детали	II-57
13.12.1	Использование функции	II-58
13.12.2	Новая точка	II-59
13.12.3	Новая линия	II-59
13.12.4	Плоскость	II-60
13.12.5	Пример: Ручное обновление детали для настройки программы	II-61
13.12.6	Пример: Динамическое обновление положения детали	II-62
13.13	Настройка отслеживания конвейера	II-63
13.14	Плавный переход между режимами безопасности	II-64
13.14.1	Регулировка настроек ускорения/замедления	II-64
13.15	Установка → Программа по умолчанию	II-64
13.16	Вкладка «Журнал»	II-66
13.16.1	Сохранение отчетов об ошибках	II-66
13.17	Экран загрузки	II-67
13.18	Вкладка «Выполнить»	II-69
14	Программирование	II-71
14.1	Новая программа	II-71
14.2	Вкладка «Программа»	II-72
14.2.1	Дерево программ	II-72
14.2.2	Индикация выполнения программы	II-73

14.2.3	Кнопка Поиск . . . . .	II-73
14.2.4	Кнопки отмены/повтора команды . . . . .	II-74
14.2.5	Программная панель инструментов . . . . .	II-74
14.3	Переменные . . . . .	II-75
14.4	Команда: Пустое . . . . .	II-75
14.5	Команда: Перемещение . . . . .	II-76
14.6	Команда: Фиксированная контрольная точка . . . . .	II-79
14.7	Команда: Относительная контрольная точка . . . . .	II-85
14.8	Команда: Переменная контрольная точка: . . . . .	II-86
14.9	Команда: Направление . . . . .	II-86
14.10	Команда: До . . . . .	II-87
14.11	Команда: Ожидание . . . . .	II-89
14.12	Команда: Установить . . . . .	II-89
14.13	Команда: Всплывающее окно . . . . .	II-90
14.14	Команда: Останов . . . . .	II-91
14.15	Команда: Комментарий . . . . .	II-91
14.16	Команда: Папка . . . . .	II-92
14.17	Команда: Цикл . . . . .	II-93
14.18	Команда: Подпрограмма . . . . .	II-94
14.19	Команда: Назначение . . . . .	II-95
14.20	Команда: Если . . . . .	II-96
14.21	Команда: Сценарий . . . . .	II-97
14.22	Команда: Событие . . . . .	II-98
14.23	Команда: Поток . . . . .	II-99
14.24	Команда: Переключатель . . . . .	II-100
14.24.1	Таймер . . . . .	II-101
14.25	Команда: Шаблон . . . . .	II-101
14.26	Команда: Усилие . . . . .	II-103
14.27	Команда: Платформа . . . . .	II-106
14.28	Команда: Поиск . . . . .	II-107
14.29	Команда: Отслеживание конвейера . . . . .	II-111
14.30	Команда: Скрыть . . . . .	II-111
14.31	Вкладка «Графика» . . . . .	II-111
14.32	Вкладка «Структура» . . . . .	II-113
14.33	Вкладка «Переменные» . . . . .	II-114
14.34	Команда: Инициализация переменных . . . . .	II-115
15	Экран настройки . . . . .	II-117
15.1	Язык и единицы измерения . . . . .	II-118
15.2	Обновить робота . . . . .	II-119
15.3	Установка пароля . . . . .	II-120
15.4	Калибровка экрана . . . . .	II-121
15.5	Настройка сети . . . . .	II-122
15.6	Установка времени . . . . .	II-122
15.7	Установка URCaps . . . . .	II-123



Part II

Руководство PolyScope





# 10 Конфигурация безопасности

## 10.1 Введение

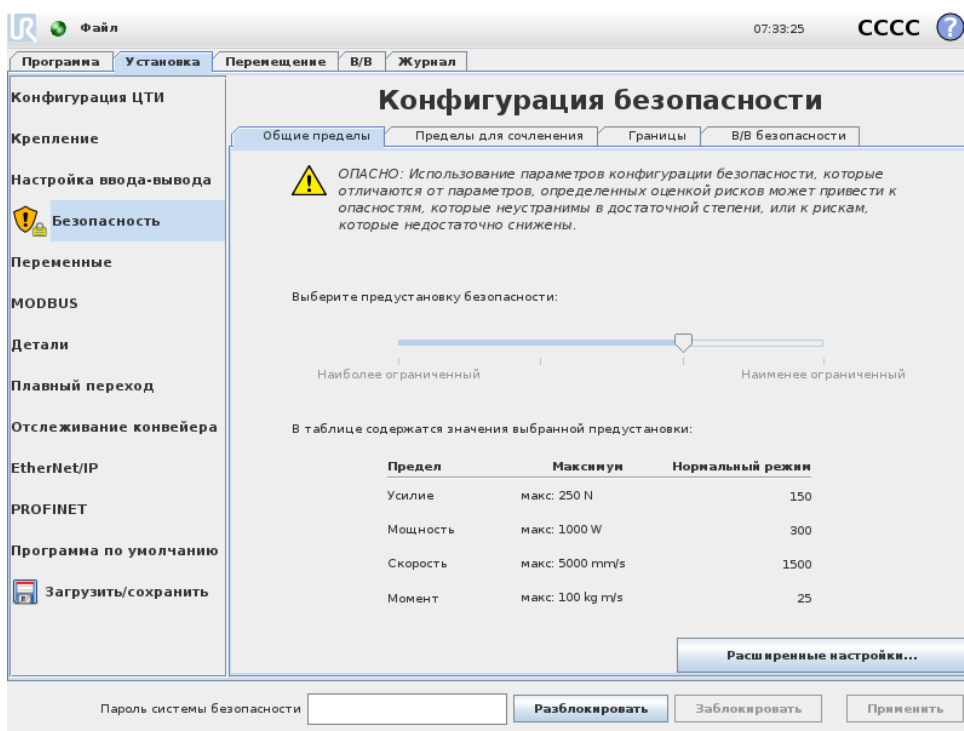
Робот оборудован комплексной системой безопасности. В зависимости от характеристик рабочей зоны робота, необходимо выполнить установку настроек системы безопасности для гарантии безопасности всех работников и соседнего оборудования. Применение настроек, определенных оценкой рисков, — это самое первое,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



### ОПАСНОСТЬ:

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

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



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

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

## 10.2 Изменение конфигурации безопасности

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



Ниже приведена рекомендуемая процедура изменения конфигурации безопасности:

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

---

## 10.3 Синхронизация и ошибки конфигурации безопасности

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 10.4 Отклонения

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



**ВНИМАНИЕ:**

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



**ВНИМАНИЕ:**

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

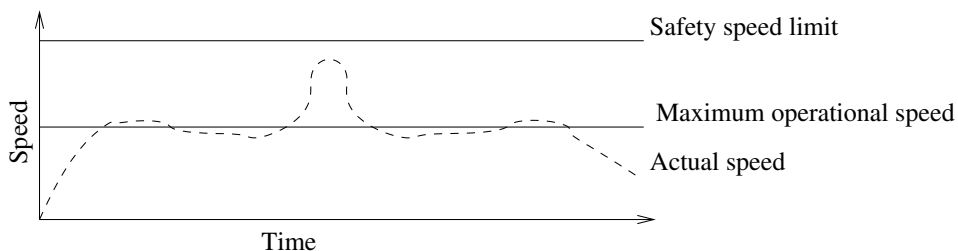


Figure 10.1: Пример отклонения безопасности.

## 10.5 Контрольная сумма безопасности

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

## 10.6 Режимы безопасности

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

Обычный режим: Режим безопасности, активный по умолчанию;

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

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



### ВНИМАНИЕ:

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

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

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

## 10.7 Режим свободного привода

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

<sup>1</sup> Согласно ИЕС 60204-1; подробную информацию см. в глоссарии.

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

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

### 10.7.1 Обратный проход

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

Для включения функции Обратный проход:

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

## 10.8 Защита паролем

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



#### ПРИМЕЧАНИЕ:

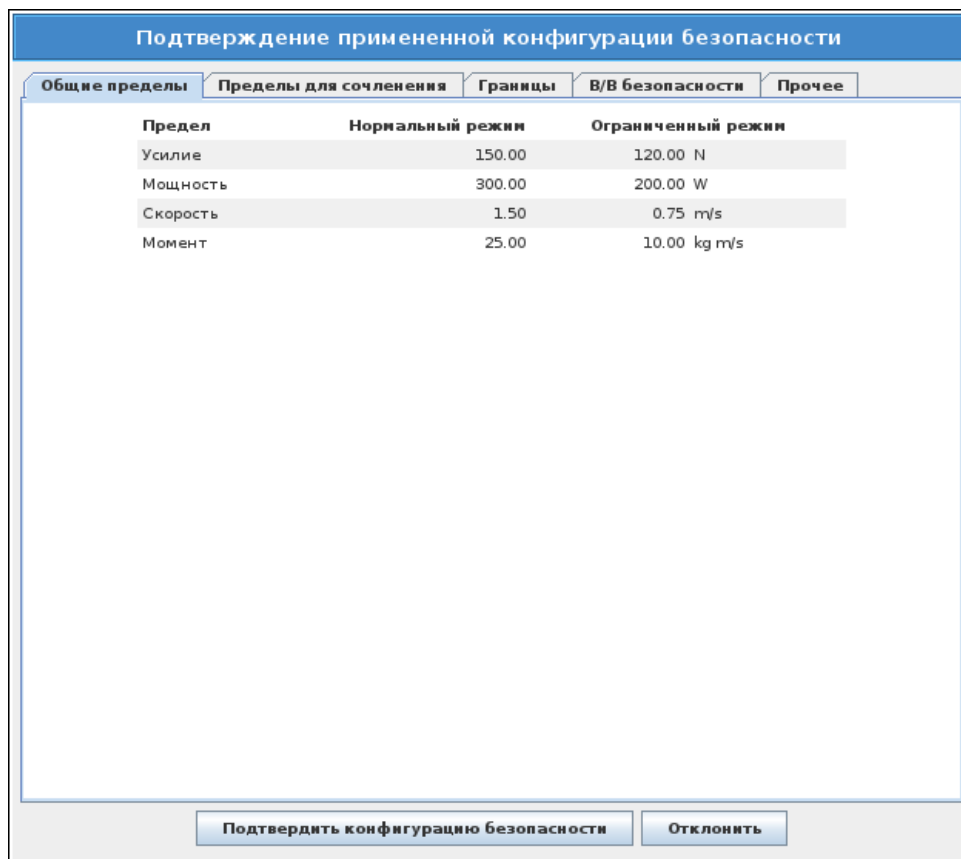
Обратите внимание, что при разблокированном экране конфигурации безопасности питание манипулятора робота отключено.

## 10.9 Применить

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

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

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



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

## 10.10 Общие пределы

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

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

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

**Скорость:** Предел максимальной линейной скорости ЦТИ робота.

**Момент:** Предел максимального момента манипулятора робота.

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

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

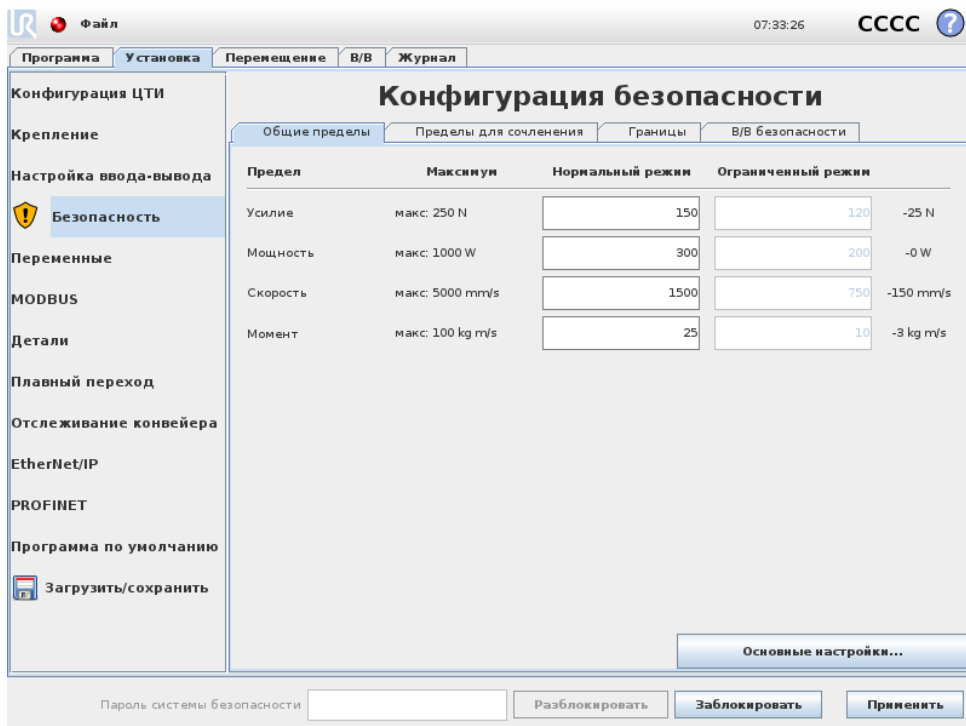
При нахождении в режиме Свободный привод (см. 13.1.5) и когда текущая скорость сочленения ЦТИ близки к пределу Скорости, пользователь почувствует отталкивающую силу, величина которой возрастает по мере приближения скорости к ее пределу. Приложение силы происходит когда текущая скорость составляет приблизительно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

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

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

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

Расширенные настройки



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



текстового поля с последующим вводом значения. Наивысшее возможное значение для каждого из пределов приведено в колонке с названием Максимум. Предел усилия может быть установлен в диапазоне от 100 N до 250 N, и предел мощности может установлен в диапазоне от 80 W до 1000 W.

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

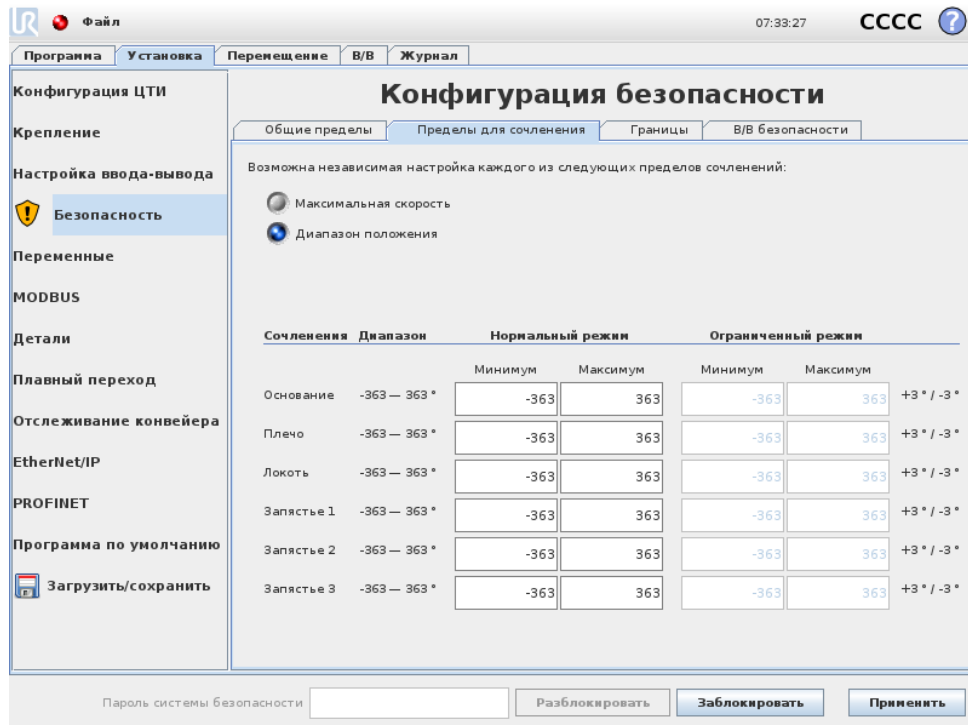
Отклонение и единица измерения для каждого предела приведены в конце соответствующей строки. В процессе работы программы происходит автоматическая регулировка скорости манипулятора робота с целью ее сохранения в интервале введенных значений за вычетом отклонения (см. 10.4). Обратите внимание, что знак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

**ВНИМАНИЕ:**

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

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

## 10.11 Пределы для сочленения



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

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

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

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

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

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

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

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

---

## 10.12 Границы

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

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



### ВНИМАНИЕ:

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

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



**ПРИМЕЧАНИЕ:**

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

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







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

### 10.12.1 Выбор границы для настройки

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


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

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

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

### 10.12.2 Трехмерная визуализация

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

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

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

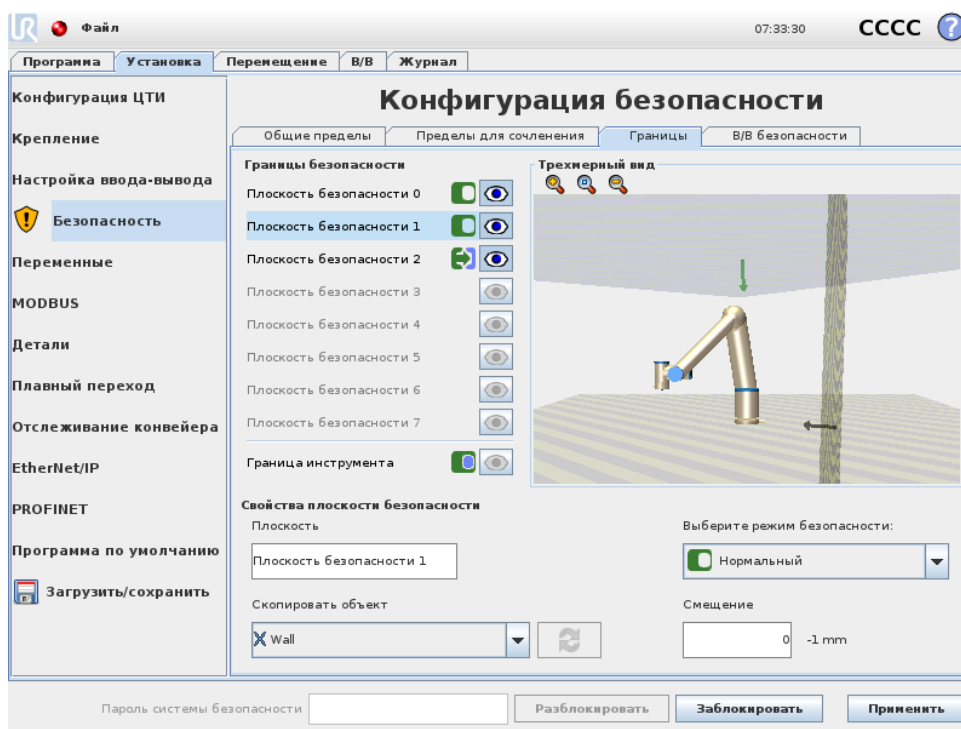
Предел границы ориентации инструмента обозначается шаровым сектором с вектором, обозначающим текущую ориентацию инструмента робота. Внутренняя часть сектора является разрешенной областью ориентации инструмента (вектора).

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

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

### 10.12.3 Конфигурация плоскости безопасности




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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

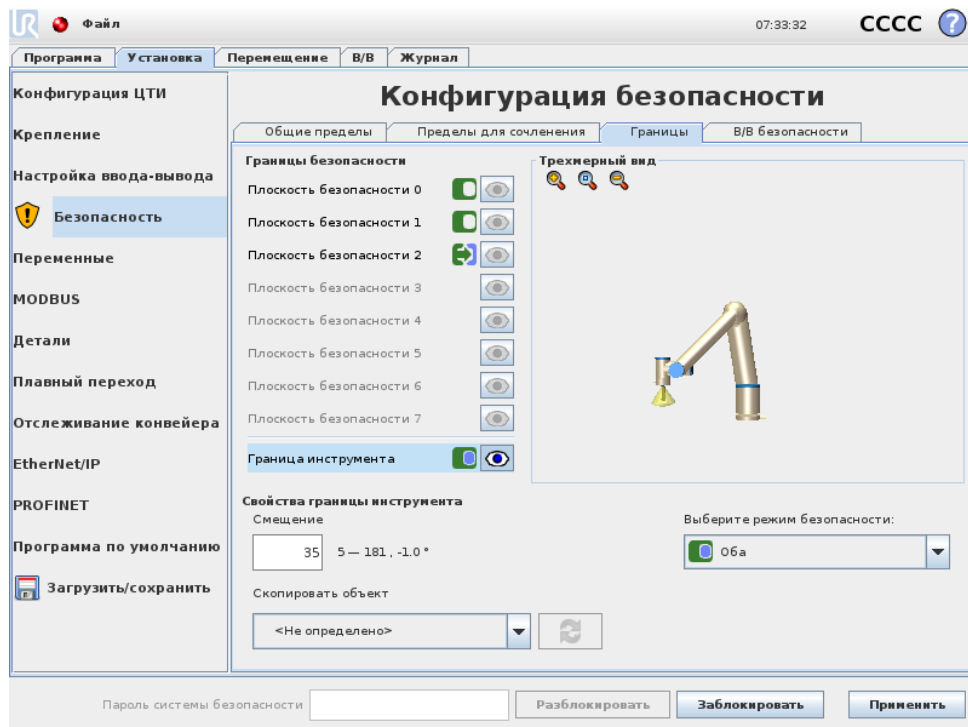
В случае, когда ни одно из вышеперечисленных условий более не выполняется, система возвращается в Нормальный режим.

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

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

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

#### 10.12.4 Конфигурация границы инструмента



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




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

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



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

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

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

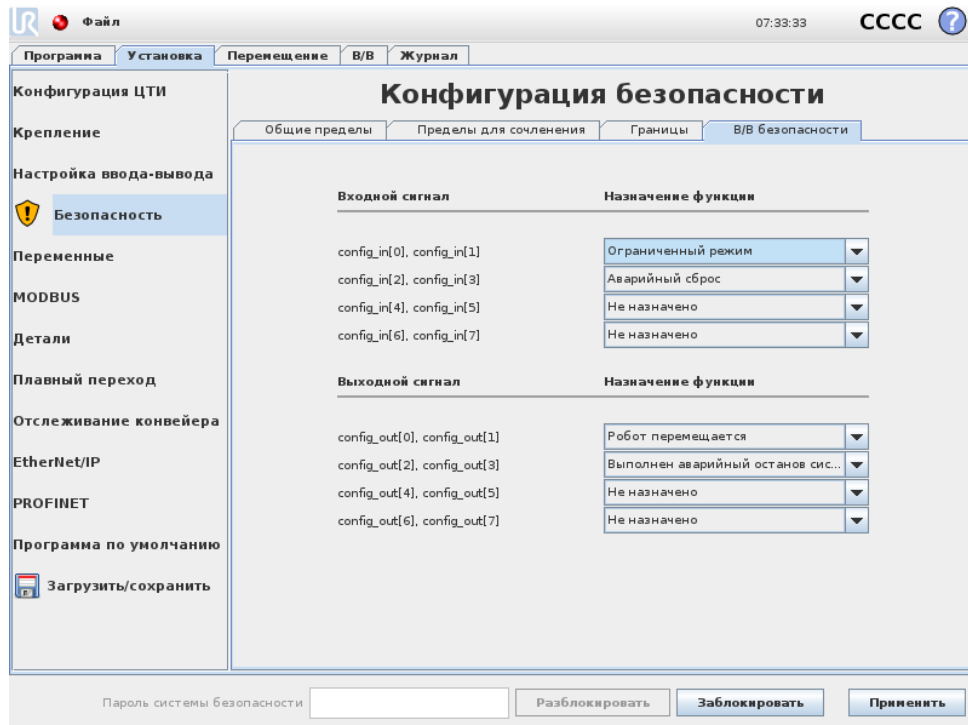
**Безопасный режим** Выпадающее меню справа на панели Свойства границ инструмента предназначено для выбора режима безопасности для предела границ ориентации инструмента. Доступны следующие значения:

<input type="checkbox"/> Отключено	Предел границы инструмента всегда неактивен.
<input checked="" type="checkbox"/> Нормальный	При нахождении системы безопасности в Нормальном режиме, предел границы инструмента активен.
<input type="checkbox"/> Ограниченный	При нахождении системы безопасности в Ограниченном режиме, предел границы инструмента активен.
<input checked="" type="checkbox"/> Нормальный ограниченный	&При нахождении системы безопасности в Нормальном или Ограниченном режиме, предел границы инструмента активен.

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

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

## 10.13 Входы и выходы системы безопасности



На данном экране осуществляется настройка Функций безопасности для настраиваемых входов и выходов. Входы-выходы разделены между входами и выходами и попарно размещены так, что каждая функция предоставляет категорию <sup>2</sup> 3 и входы-выходы PId.

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

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

### 10.13.1 Входные сигналы

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

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

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

<sup>2</sup>Согласно ISO 13849-1; подробную информацию см. в глоссарии.

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



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



**ВНИМАНИЕ:**

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

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

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

Существует два способа настройки выбора рабочего режима:

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

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

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

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

### 10.13.2 Выходные сигналы

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

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

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

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

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

Робот не останавливается Высокий сигнал при остановленном роботе или в процессе его останова из-за аварийного или предохранительного останова. В противном случае подается сигнал низкого логического уровня.

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

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



# 11 Начинается программирование

## 11.1 Введение

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

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

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



### ОПАСНОСТЬ:

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

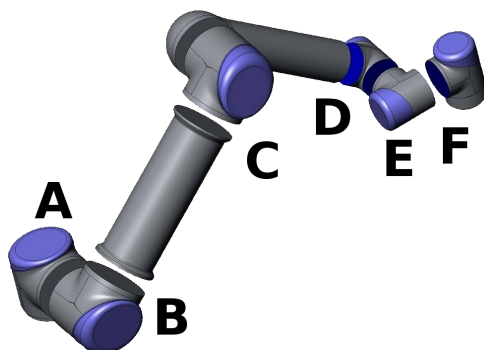


Figure 11.1: Сочленения робота. А: Основание, В: Плечевое сочленение, С: Локтевое сочленение и D, E, F: Запястье 1, 2, 3

## 11.2 Начало работы

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

### 11.2.1 Установка манипулятора робота и блока управления

Для установки манипулятора робота и блока управления выполните следующие действия:

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



#### ВНИМАНИЕ:

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

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

### 11.2.2 Включение и выключение блока управления

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

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



#### ВНИМАНИЕ:

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

### 11.2.3 Включение и выключение манипулятора робота

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

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



#### 11.2.4 Быстрый запуск

Для быстрого запуска робота после установки, выполните следующие действия:

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

#### 11.2.5 Первая программа

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

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

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

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

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

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

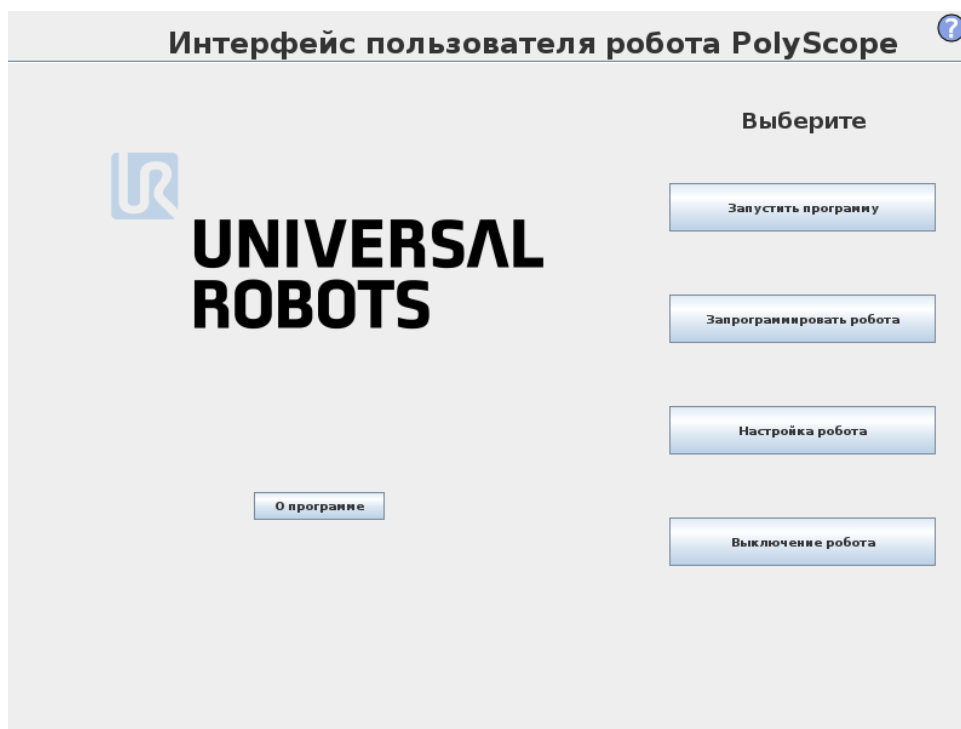


#### ВНИМАНИЕ:

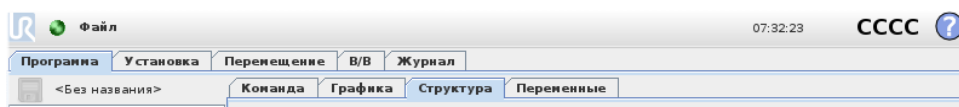
1. Не направляйте робота в самого себя или в другие объекты, которые могут причинить ущерб роботу.
2. Не пересекайте рабочую зону робота. Не помещайте пальцы в места, которые могут вызвать их защемление.
3. Данное руководство является руководством по быстрому запуску и его целью является продемонстрировать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

### 11.3 Интерфейс программирования PolyScore

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



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

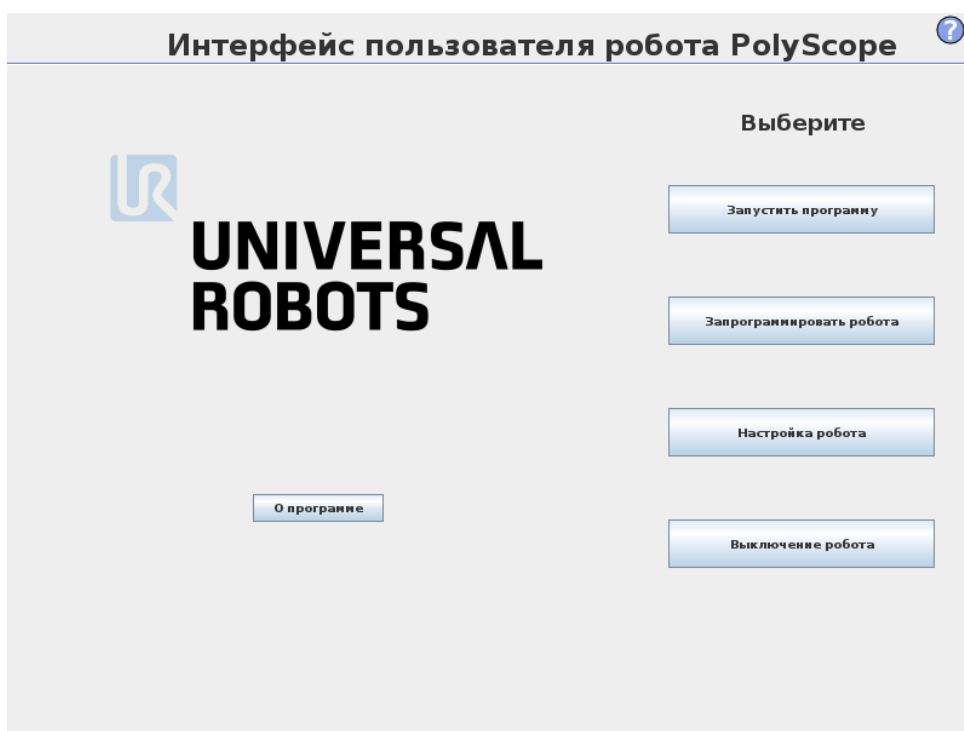


В приведенном примере выбрана вкладка верхнего уровня Программа, а в ней выбрана вкладка Структура. На вкладке Программа содержится информация о текущей загруженной программе. При выборе вкладки Переместить отобразится экран Переместить, на котором можно переместить робота. Таким же образом при выборе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

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

Описание различных экранов PolyScore приводится в следующих разделах.

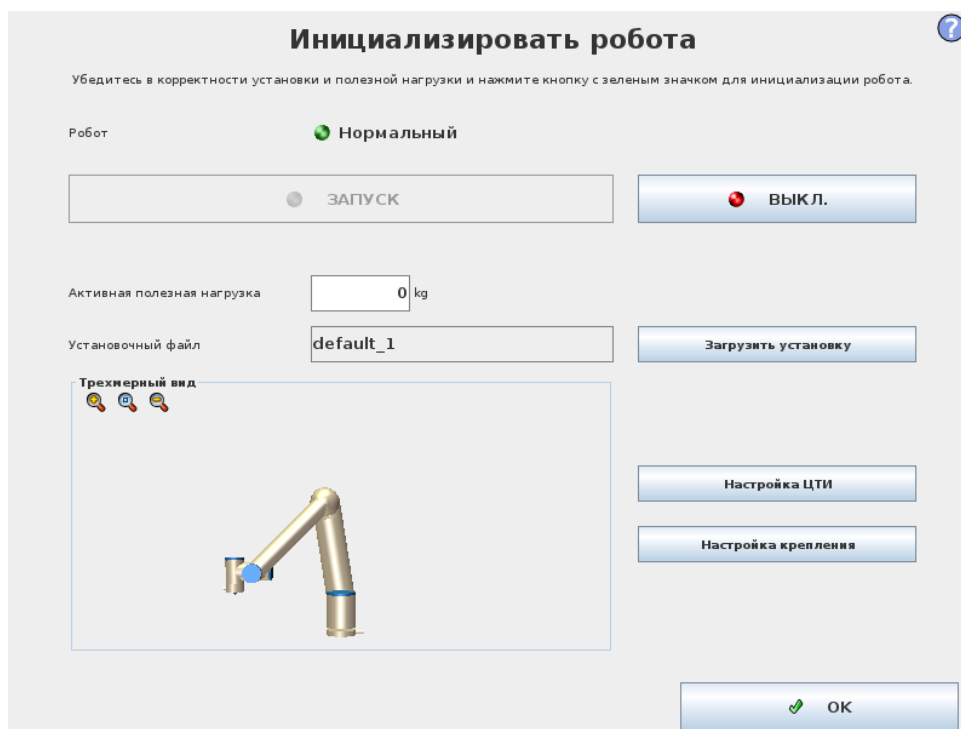
## 11.4 Экран приветствия



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

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

## 11.5 Экран инициализации



На этом экране можно управлять инициализацией манипулятора робота.

### Индикатор состояния манипулятора робота

Индикаторы состояния обозначают состояние работы манипулятора робота:

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

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

### Активная полезная нагрузка и установка

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

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

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

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

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

## Инициализация манипулятора робота



### ОПАСНОСТЬ:

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



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

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

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

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

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

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

## 11.5 Экран инициализации

---

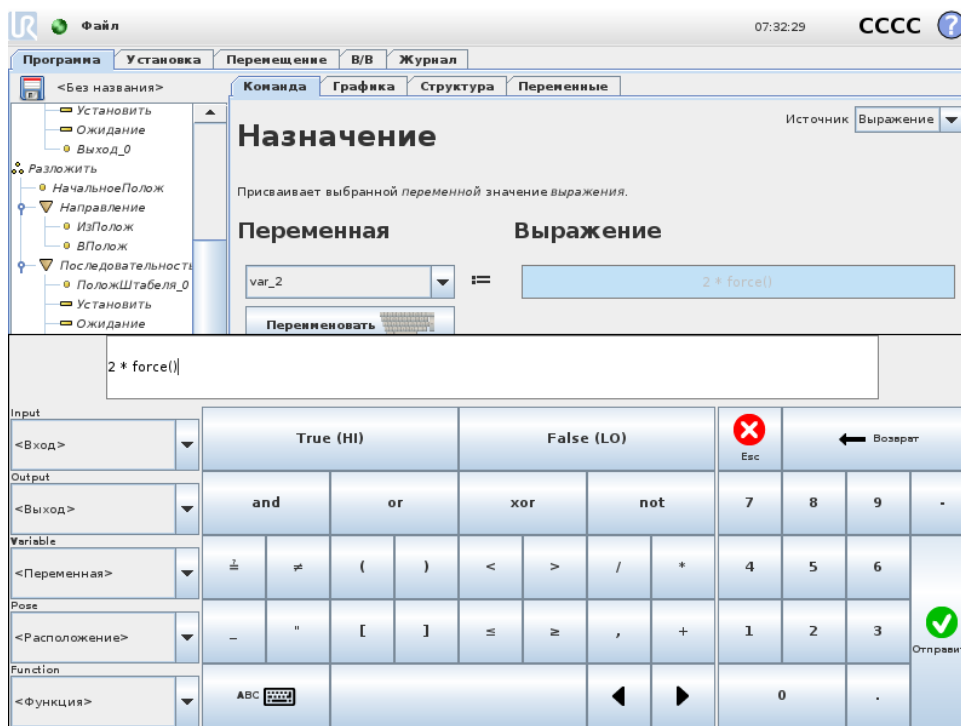
Наконец, менее крупная кнопка с красным значком предназначена для отключения питания робота.





## 12 Экранные редакторы

### 12.1 Экранный редактор выражений



Само выражение можно изменить как текст, но редактор выражений содержит несколько кнопок и функций для вставки специальных символов выражений, например, \* для умножения и  $\leq$  для Вменьше или равноВь. Кнопка с символом клавиатуры в верхней левой части экрана используется для переключения в режим редактирования текста выражения. Все определенные переменные можно найти в поле Переменная, а имена входных и выходных портов — в полях Вход и Выход. Ряд специальных функций расположен в списке Функция.

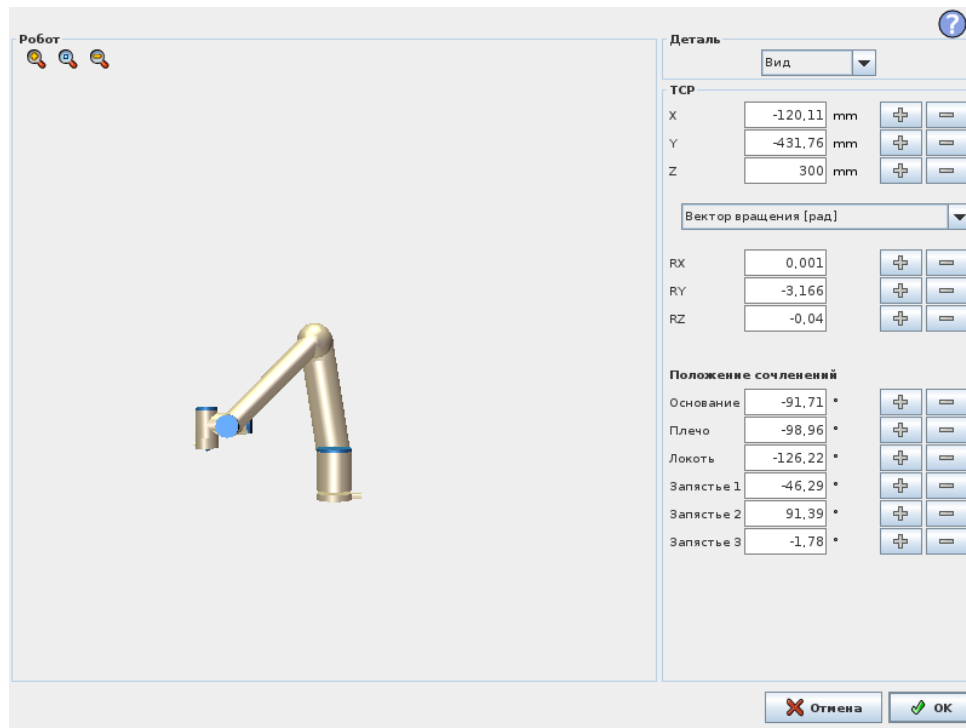
При нажатии кнопки Ok выражение будет проверено на предмет грамматических ошибок. При нажатии кнопки Отмена экран будет закрыт, а все изменения отменены.

Выражение может иметь следующий вид:

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

### 12.2 Меню изменения положения

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



## Робот

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

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

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

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

## Положение деталей и инструмента

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

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

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

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

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

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

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

## Положение сочленений

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

## Кнопка ОК

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

## Кнопка ВкОтменаВнь

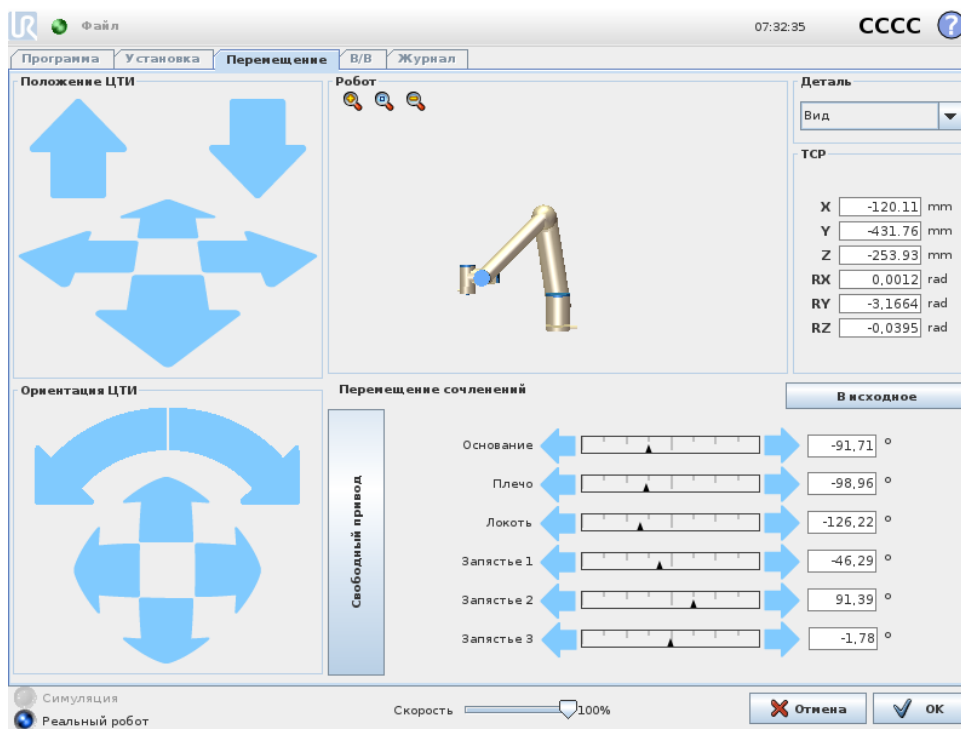
При нажатии кнопки Отмена экран будет закрыт, а все изменения отменены.



## 13 Управление роботом

### 13.1 Вкладка ВкПереместитьВъ

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



#### 13.1.1 Робот

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

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

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

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

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

---

### 13.1.2 Положение деталей и инструмента

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

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

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

---

### 13.1.3 Перемещение инструмента

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

Примечание: Чтобы остановить движение, отпустите кнопку в любое время

---

### 13.1.4 Перемещение сочленений

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

---

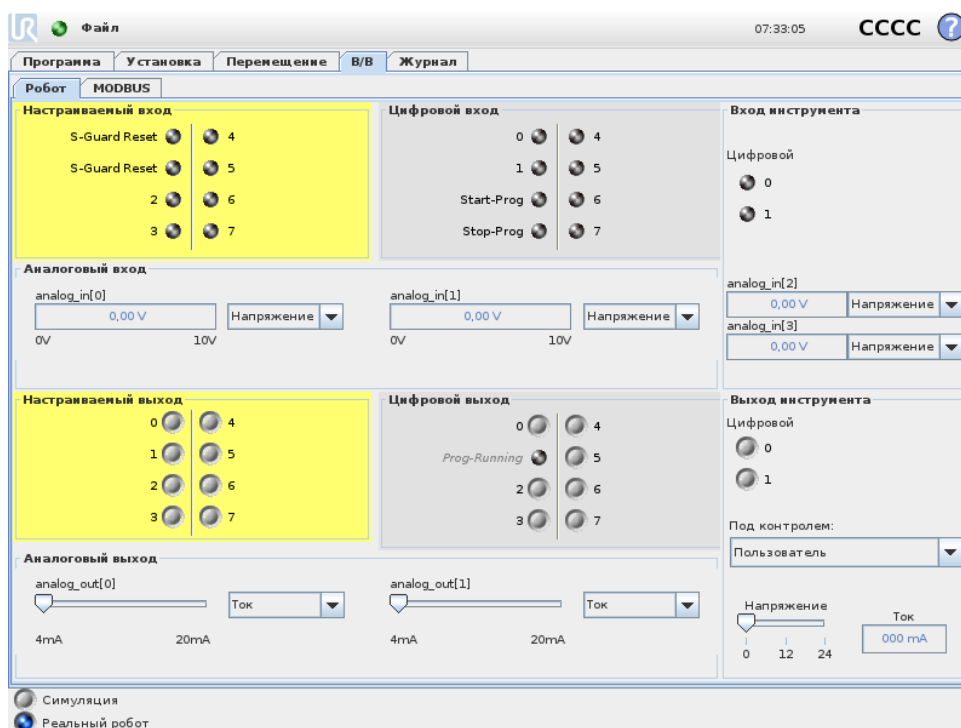
### 13.1.5 Свободный привод

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

**ВНИМАНИЕ:**

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

## 13.2 Вкладка ВкВвод-выводВнь



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

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

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

Электрические характеристики сигналов описаны в разделе ??.

**Напряжение** В поле ВкВыход инструментаВнь, Напряжение можно конфигурировать только в том случае, если ВкВыходом инструментаВнь управляет пользователь. Выбор URСар также убирает доступ к параметру ВкНапряжениеВнь.

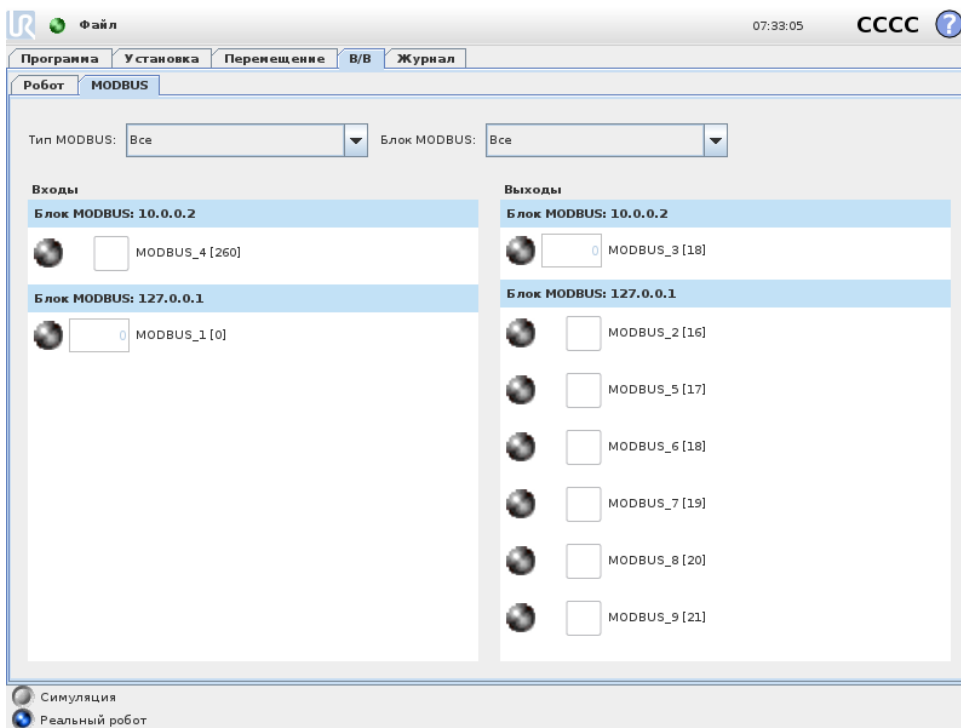
**Настройки аналогового домена** Для аналоговых входов/выходов можно установить вывод тока [4–20 мА] или напряжения [0–10 В]. Эти настройки будут запомнены при сохранении программы на случай возможных перезапусков контроллера робота в будущем. Выбор URСар в ВкВыходе инструментаВнь убирает доступ к ВкНастройкам доменаВнь для аналоговых входов инструмента.

---

## 13.3 MODBUS

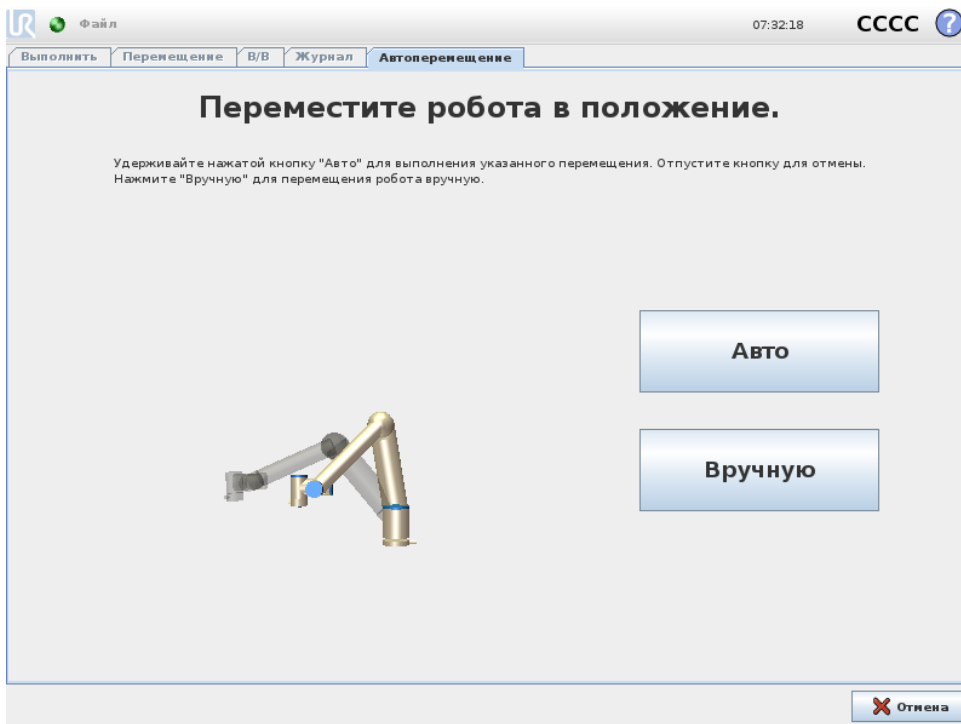
На снимке экрана ниже показаны заданные во время установки сигналы ввода/вывода клиента MODBUS. При помощи раскрывающихся меню в верхней части экрана вы можете изменить отображение содержимого согласно типу сигнала и блока MODBUS, если настроено несколько блоков. Каждый сигнал из данных меню содержит состояние соединения, значение, имя и адрес сигнала. Выходные сигналы можно изменять, если это разрешено состоянием соединения и настройкой на вкладке ВкВвод-выводВнь (см. 13.8).





### 13.4 Вкладка ВкАвтоперемещениеВъ

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



## Анимация

Анимация показывает движение манипулятора робота, которое он будет выполнять.



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

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



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

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

## Авто

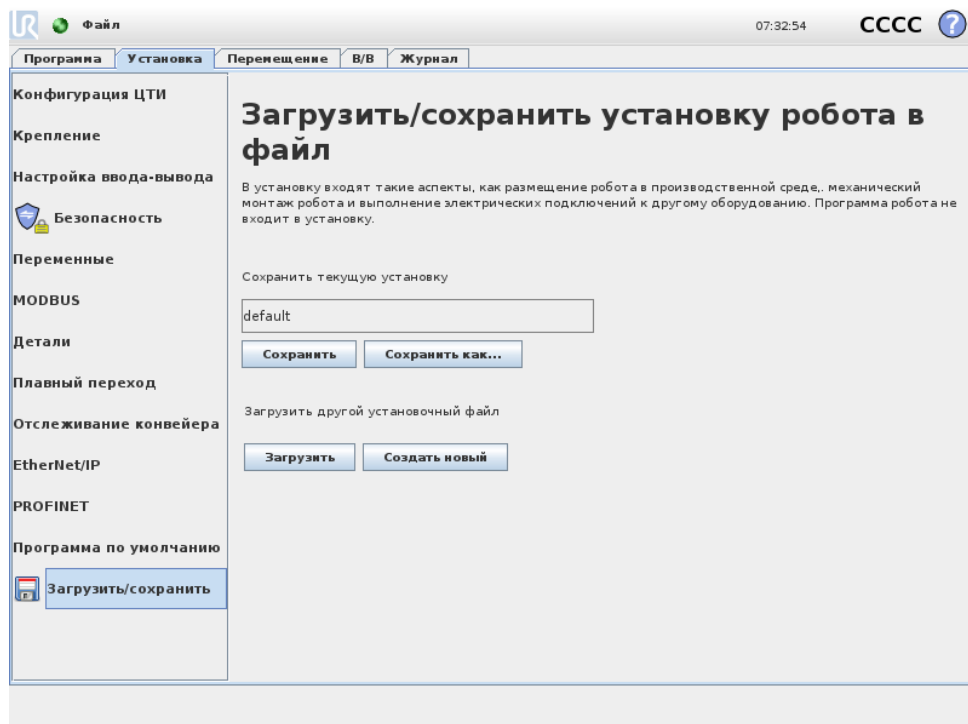
Для перемещения манипулятора робота, как показано в анимации, нажмите и удерживайте кнопку Авто.

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

## Вручную

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

## 13.5 Установка → Загрузить/сохранить



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

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

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

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

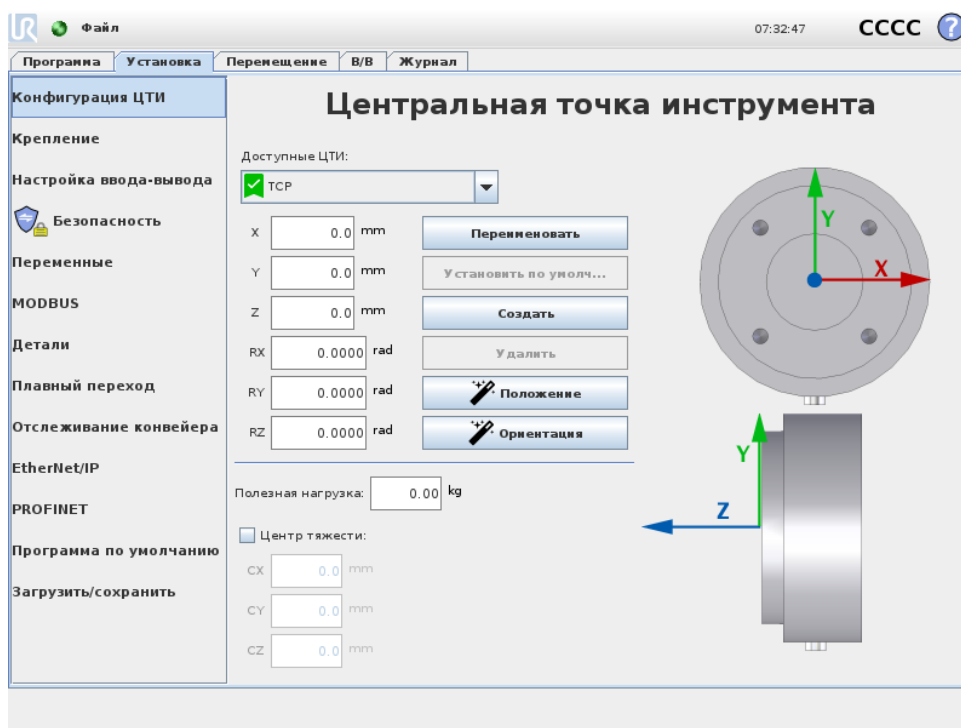
Сохранение установки может быть выполнено путем нажатия кнопки Сохранить или Сохранить как... Сохранение программы также приводит к сохранению активной установки. Для загрузки другого установочного файла воспользуйтесь кнопкой Загрузить. Нажатие кнопки Создать новую выполняет сброс всех настроек установки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



#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

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

## 13.6 Установка → Конфигурация ЦТИ



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

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

---

### 13.6.1 Добавление, переименовывание, изменение и удаление ЦТИ

Для определения новой ЦТИ нажмите кнопку Создать. Созданная ЦТИ автоматически получает уникальное название и становится доступной на выбор в раскрывающемся меню.

Чтобы переименовать ЦТИ, нажмите кнопку Переименовать. Для удаления выбранной ЦТИ нажмите кнопку Удалить. Последняя оставшаяся ЦТИ не может быть удалена.

Перемещение и вращение выбранной ЦТИ могут быть изменены при нажатии соответствующих белых текстовых полей и вводе новых значений.

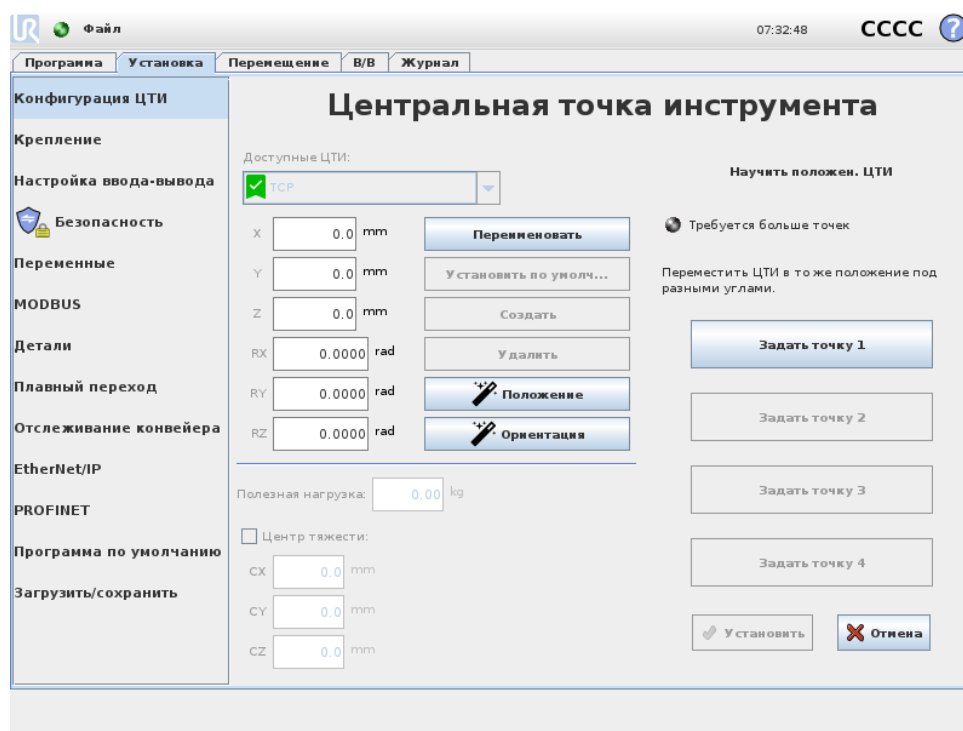
---

### 13.6.2 ЦТИ по умолчанию и активная

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

Смещение ЦТИ предназначено в качестве активного, чтобы определить все линейные движения в пространстве системы декартовых координат. Данное смещение активной ЦТИ отображается во вкладке ВкГрафикиВь (см. 14.31). Перед выполнением программы ЦТИ по умолчанию устанавливается в качестве активной ЦТИ. В программе любую из указанных ЦТИ можно установить в качестве активной для определенного движения робота (см. 14.5 и 14.12).

## 13.6.3 Обучение положению ЦТИ

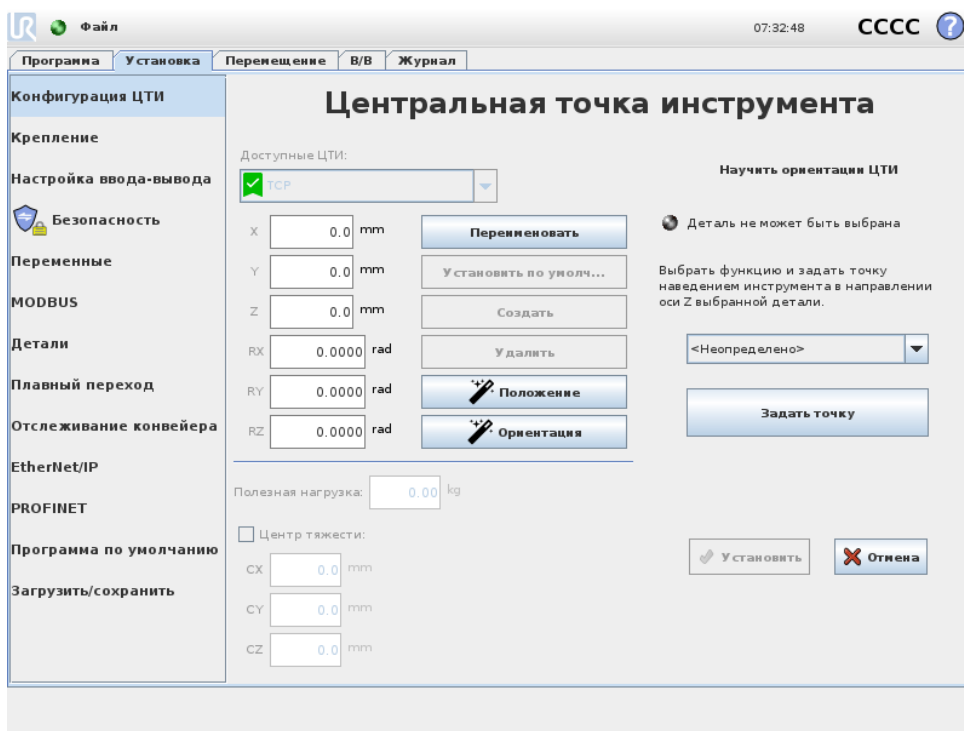


Координаты положения ЦТИ могут быть вычислены автоматически следующим образом:

1. Нажмите на Мастер положения ЦТИ.
2. Выберите фиксированную точку в рабочей области робота.
3. С помощью кнопок на правой стороне экрана переместите ЦТИ из по меньшей мере трех различных углов и сохраните соответствующие положения выходного фланца инструмента.
4. Нажмите кнопку **Установить**, чтобы применить проверенные координаты для соответствующей ЦТИ. Для правильного расчета данные о положении должны быть достаточно различаться. Если они не имеют достаточно различий, то световой индикатор состояния над кнопками изменить цвет на красный.

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

## 13.6.4 Обучение ориентации ЦТИ



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

## 13.6.5 Полезная нагрузка

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

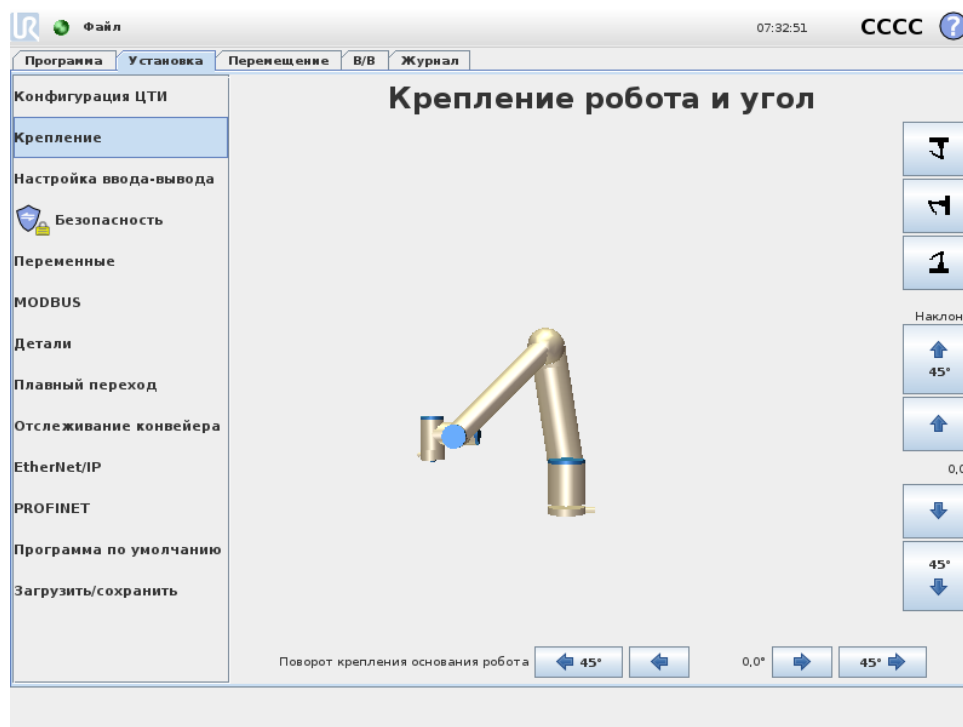
## 13.6.6 Центр тяжести

Центр тяжести инструмента указывается в полях CX, CY и CZ. Данный параметр применяется ко всем определенным ЦТИ. Установки, созданные до версии 3.8, поддерживают определение центра тяжести на ЦТИ, если они были предварительно заданы. Если центр тяжести задан вручную, в 3.8 или новее, то возможность определения центра тяжести для ЦТИ отключена.

**ВНИМАНИЕ:**

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

## 13.7 Установка → Монтаж



Определение монтажа манипулятора робота необходимо по двум причинам:

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

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

**ВНИМАНИЕ:**

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

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

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

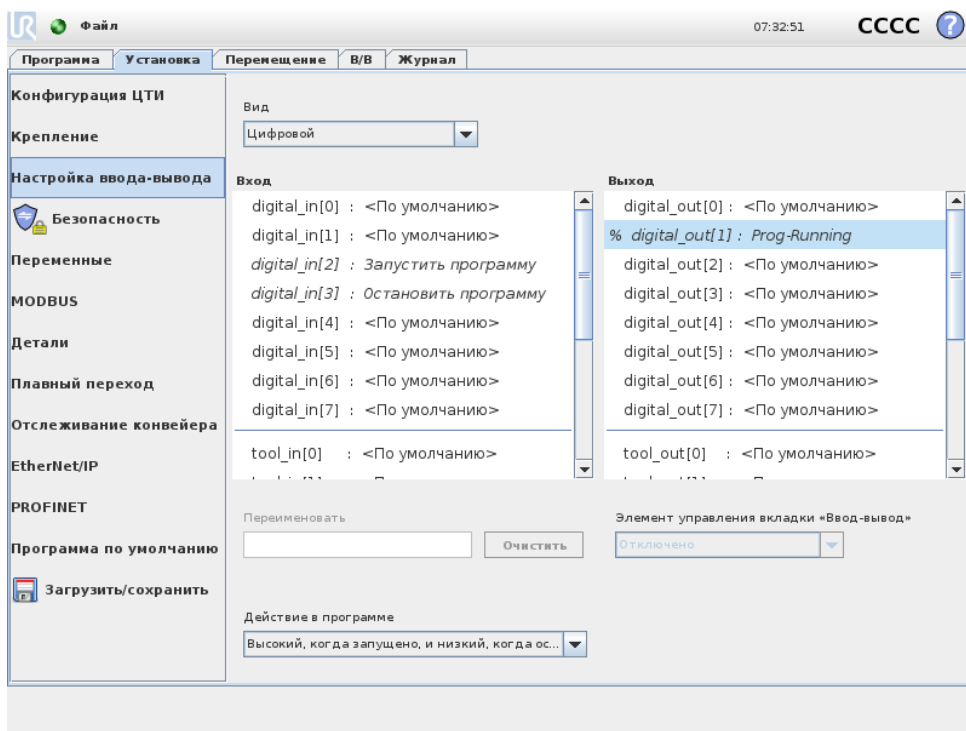
Кнопки в нижней части экрана используются для поворота манипулятора робота при монтаже в соответствии с фактической установкой.



**ВНИМАНИЕ:**

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

13.8 Установка → Настройка ввода-вывода



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

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

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

13.8.1 Тип сигнала ввода-вывода

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



### 13.8.2 Назначение пользовательских имен

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

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

Регистр общего назначения должен иметь пользовательское название, чтобы он был доступен в программе (например, для команды Ожидание или условного выражения команды Если) Команды Ожидание и Если описываются в (14.11) и (14.20) соответственно. Именованные регистры общего назначения могут быть найдены в области выбора Ввод или Вывод на экране редактора выражений.

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

**Входные/выходные действия:** Физические и цифровые входы/выходы полевой шины можно использовать, чтобы активировать действия или реагировать на состояние программы.

**Допустимые входные действия:**

- **Запуск:** запуск или продолжение текущей программы по переднему фронту.
- **Остановка:** остановка текущей программы по переднему фронту.
- **Пауза:** пауза текущей программы по переднему фронту.
- **Свободный привод:** При высоком входном сигнале робот находится в режиме свободного привода (аналогично кнопке свободного привода). Вход игнорируется, если работает программа или если другие условия не позволяют использовать свободный привод.



**ВНИМАНИЕ:**

Если робот останавливается во время использования входного действия пуска, робот медленно движется в первую контрольную точку программы перед выполнением самой программы. Если робота приостанавливают во время использования входного действия пуска, перед возобновлением программы робот медленно движется в положение, в которого он был приостановлен.

**Допустимые выходные действия:**

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

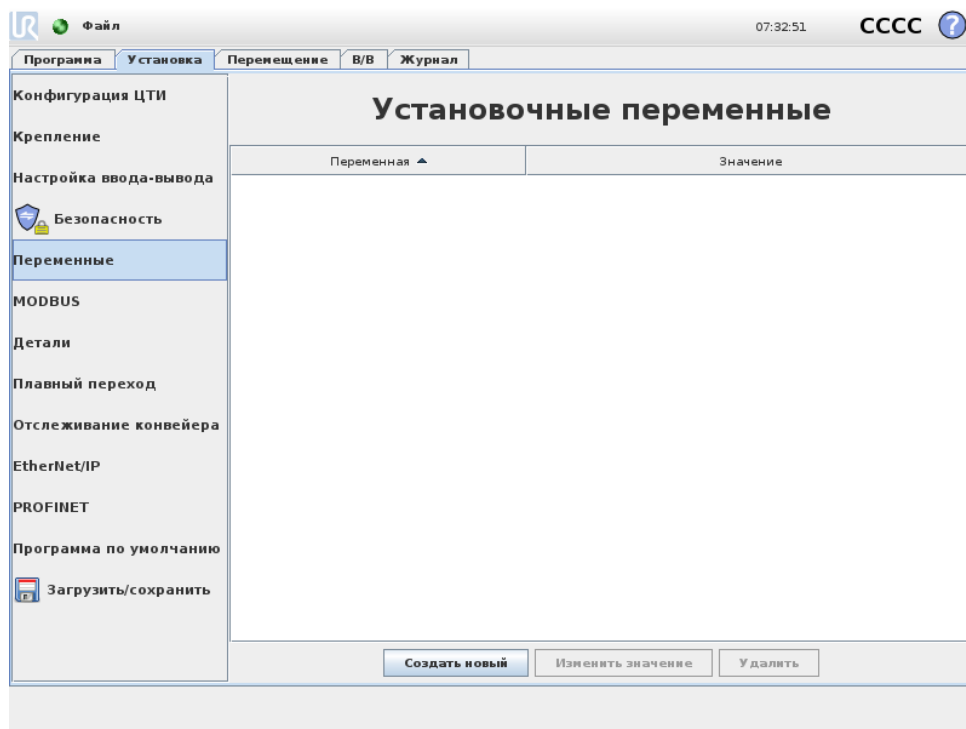
- Постоянный импульс: на выходе попеременно присутствуют высокий и низкий сигналы в течение нескольких секунд, пока работает программа. Для сохранения состояния импульса необходимо остановить или приостановить программу.

Элемент управления вкладки ВкВвод-выводВъ: Укажите возможность управления выходным сигналом на вкладке Ввод-вывод (только программисты или программисты и операторы) или возможность управления программами робота.

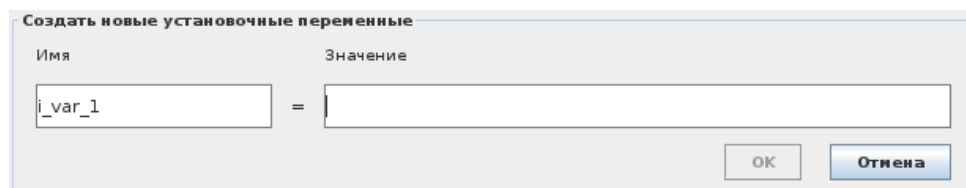
## 13.9 Установка → Безопасность

См. раздел 10.

## 13.10 Установочные → переменные



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



После нажатия Создать отображается окно с предлагаемым именем новой переменной. Данное имя возможно изменить, ввод значения осуществляется касанием текстового поля.

Нажатие кнопки ОК может быть выполнено только если используемое имя свободно в данной установке.

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

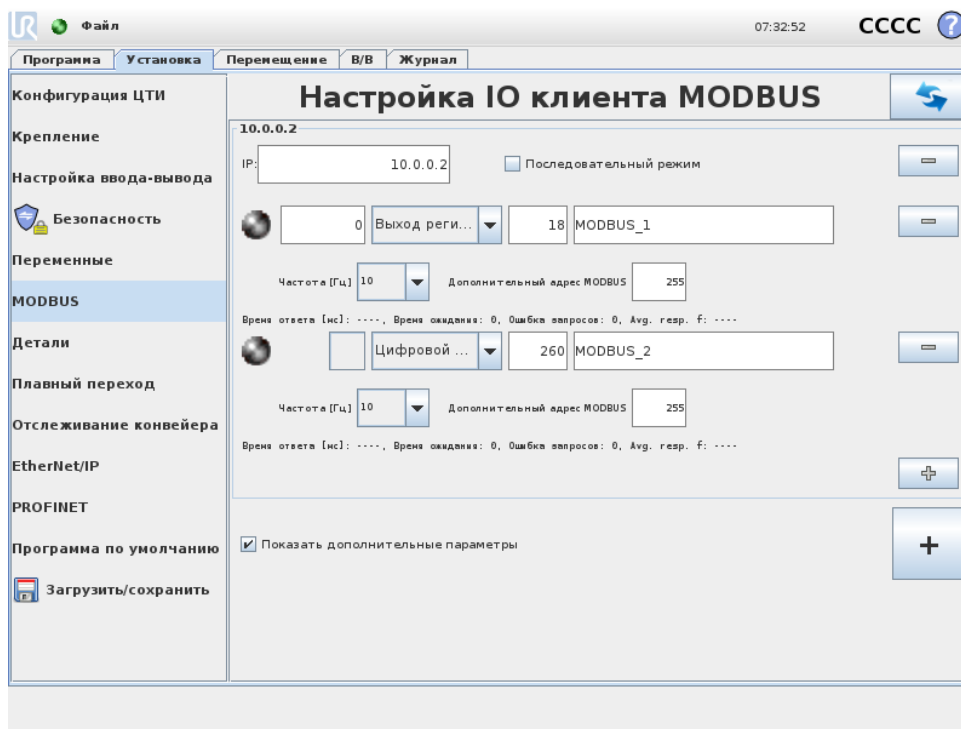
Для удаления переменной, выберите ее и нажмите кнопку Удалить.

После настройки установочных переменных необходимо сохранить установку, чтобы сохранить конфигурацию.

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.

## 13.11 Установка → Настройка ввода-вывода MODBUS



На этом экране можно настроить сигналы ввода-вывода клиента (мастера) MODBUS. Подключения к серверам MODBUS (или дополнительным устройствам) по заданным IP-адресам могут быть созданы с использованием входных/выходных сигналов (регистровых или цифровых). Имя каждого сигнала уникальное, что позволяет использовать их в программах.



### ВНИМАНИЕ:

Доступ к отключенным сигналам останавливает работу программы.

### Обновить

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

### Добавить модуль

Нажмите данную кнопку для добавления нового модуля MODBUS.

### Удалить модуль

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

### Установить IP-адрес модуля

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

### Последовательный режим

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

### Добавить сигнал

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

### Удалить сигнал

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

### Установить тип сигнала

Выберите тип сигнала в раскрывающемся меню. Доступны следующие типы.

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

**Цифровой выход:** Цифровой выход (катушка) — это однобитовая величина, которая может принимать высокое или низкое значение. Если пользователь не задал значение этого

выхода, оно будет считываться из модуля MODBUS. Это означает, что используется код функции 0x01 (считывающих катушек). Если установка выхода осуществляется программой робота или нажатием кнопки Задать значение сигнала, после этого будет использоваться код функции 0x05 (записывающая одновитковая катушка).

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

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

---

### Установить адрес сигнала

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

---

### Установить имя сигнала

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

---

### Значение сигнала

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

---

### Состояние подключения для передачи сигнала

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

**E1: НЕДОПУСТИМАЯ ФУНКЦИЯ (0x01)** Код функции, полученный в запросе, является недопустимым действием для сервера (или дополнительного устройства).

**E2: НЕДОПУСТИМЫЙ АДРЕС ДАННЫХ (0x02)** Код функции, полученный в запросе, является недопустимым действием для сервера (или дополнительного устройства). Проверьте, что введенный адрес сигнала соответствует установке удаленного сервера MODBUS.

**E3: НЕДОПУСТИМОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДАННЫХ (0x03)** Значение, содержащееся в поле данных запроса, является недопустимым действием для сервера (или дополнительного устройства). Проверьте, что введенное значение сигнала является корректным для соответствующего адреса удаленного сервера MODBUS.

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

---

### Показать дополнительные параметры

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

---

### Дополнительные параметры

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

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

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

**Статус подключения:** Статус подключения ЦТИ

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

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

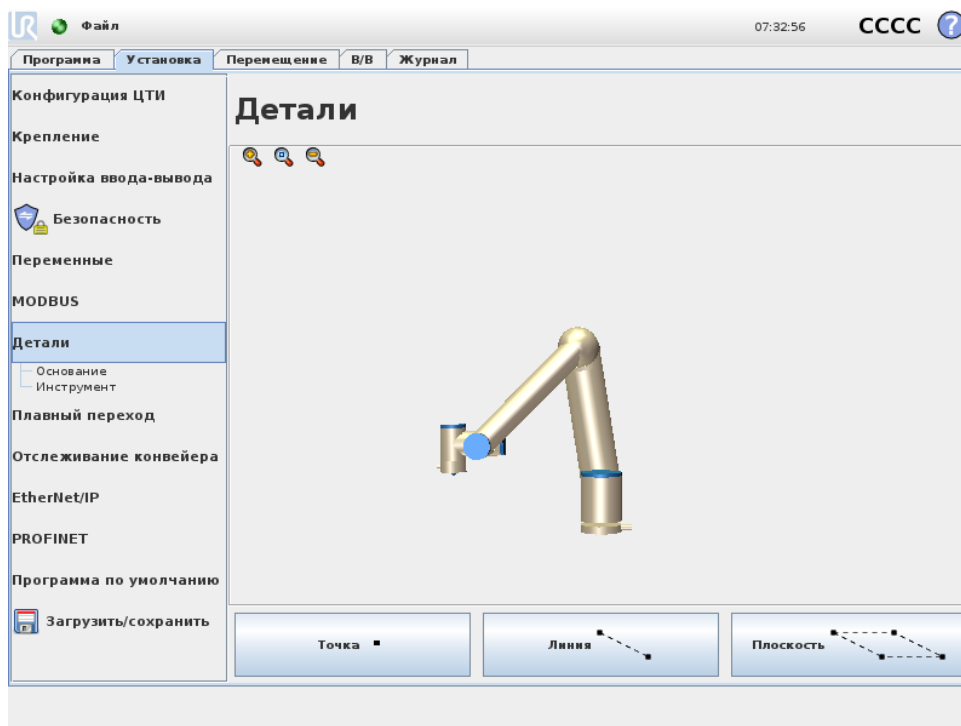
**Время ожидания:** Количество запросов MODBUS, оставшихся без ответа.

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

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

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

## 13.12 Установка → Детали



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

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

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

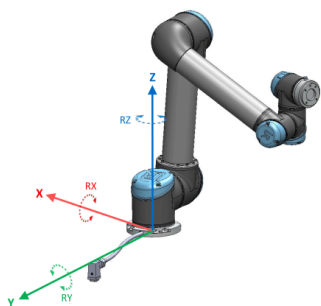


Figure 13.1: Деталь Основание

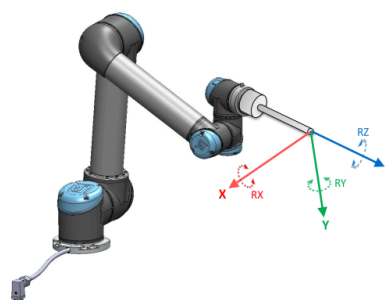


Figure 13.2: Деталь Инструмент (ЦТИ)

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

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

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

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

---

### 13.12.1 Использование функции

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

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

---

#### Переименовать

Данная кнопка переименует деталь.

---

#### Удалить

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



### Показать оси

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

### Изменить точку

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

### Подвергается тряске

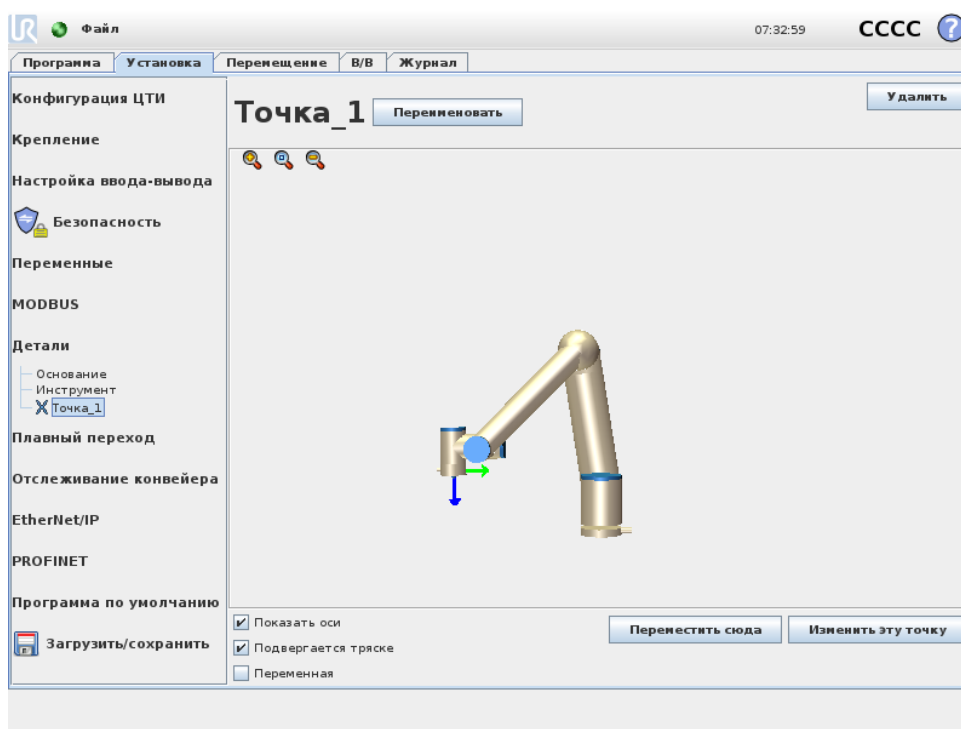
Укажите, должна ли выбранная деталь подвергаться встряске. Этот параметр определяет, будет ли данная деталь отображаться в меню деталей на экране Переместить.

### Использование кнопки ВкПереместить робота сюдаВъ

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

#### 13.12.2 Новая точка

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



#### 13.12.3 Новая линия

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

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

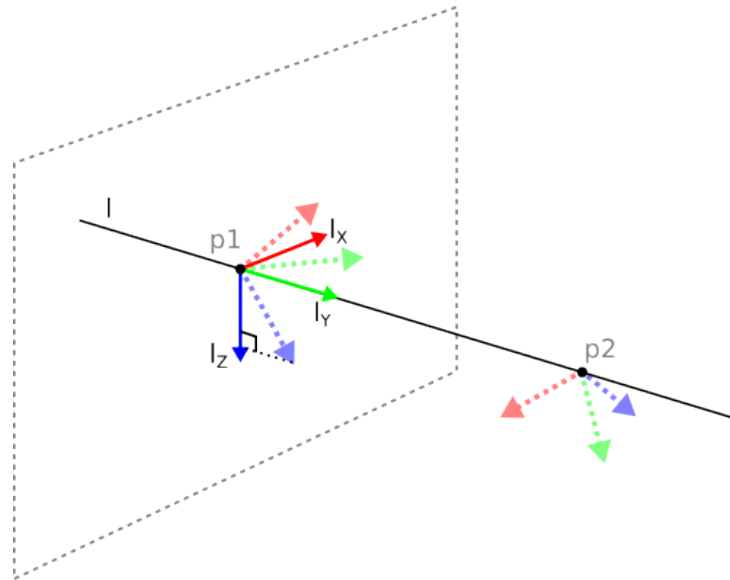
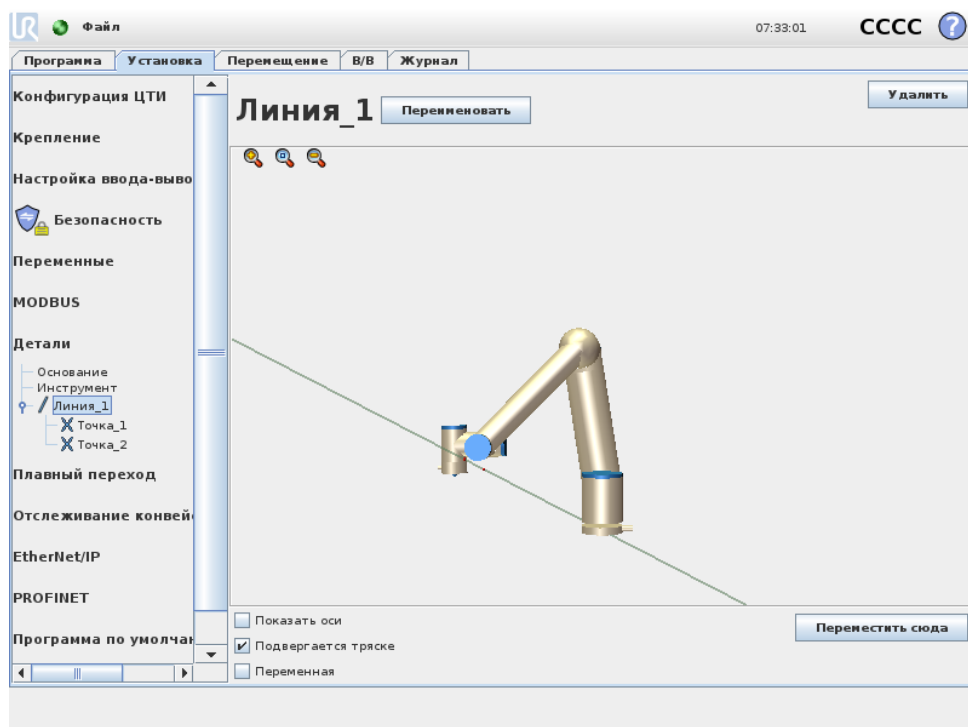


Figure 13.3: Определение линии детали

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

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



### 13.12.4 Плоскость

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

### Добавление плоскости

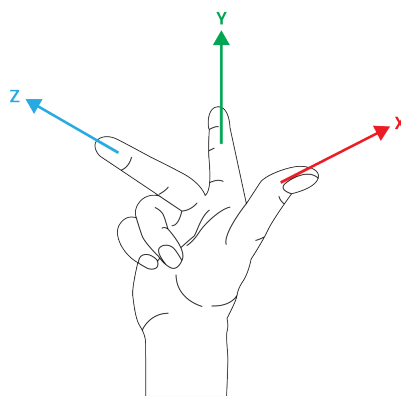
1. В разделе ВкУстановкаВъ выберите раздел Детали.
2. В разделе ВкДеталиВъ нажмите кнопку Плоскость.

### Настройка плоскости

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

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

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



#### ПРИМЕЧАНИЕ:

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

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

### 13.12.5 Пример: Ручное обновление детали для настройки программы

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

Для применения требуется повторное использование программы при нескольких установках робота, если положение стола имеет незначительные отличия. Перемещение относительно стола является идентичным. Определив положение стола в качестве детали P1 в установке, программа с помощью команды MoveL, настроенная относительно плоскости, может быть легко задействована на дополнительных роботах посредством простого обновления фактического положения стола в установке.

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

Программа робота

```

MoveJ
S1
MoveL # Деталь: P1_var
wp1
wp2
wp3
wp4
    
```

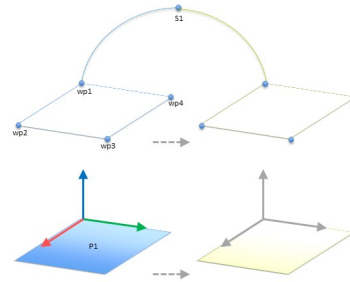


Figure 13.4: Простая программа с четырьмя контрольными точками по отношению к плоскости функции обновляется вручную посредством изменения функции

### 13.12.6 Пример: Динамическое обновление положения детали

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

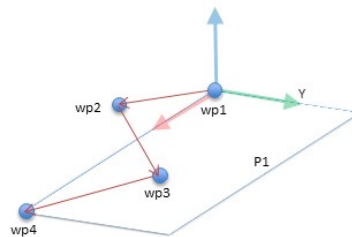


Figure 13.5: Команда MoveL с четырьмя контрольными точками относительно плоскости детали

Программа робота

```

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

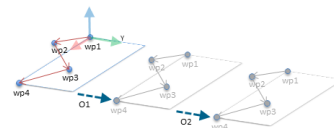


Figure 13.6: Применение смещения к плоскости детали

Движение относительно детали P1 повторяется несколько раз, каждый раз со смещением  $o$ . В данном примере заданное смещение составляет 10 см в направлении Y (см. рисунок 13.6, смещения O1 и O2). Это достигается за счет использования функций сценариев `pose_add()` или `pose_trans()` для управления переменной. Можно переключать на другую деталь во время выполнения программы вместо добавления смещения. Этот случай показан в примере ниже (см. рисунок 13.7), где исходная деталь для команды MoveL P1\_var может переключаться между двумя плоскостями P1 и P2.

Программа робота

```

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

```

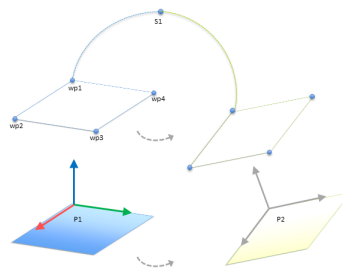


Figure 13.7: Переключение с одной плоскости детали на другую

### 13.13 Настройка отслеживания конвейера

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.

#### Параметры конвейера

**Инкрементальные:** кодовые датчики можно подключать к цифровым выходам от 0 до 3. Декодирование цифровых сигналов выполняется на 40 кГц. С помощью квадратурного датчика положения (требующего двух входов) робот может определить скорость и направление конвейера. Если направление конвейера остается неизменным, то можно использовать одиночный вход для обнаружения Возрастающего, Спадающего или Возрастающего и спадающего фронта, который определяет скорость конвейера.

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

#### Параметры отслеживания

**Линейные конвейеры:** При выборе линейного конвейера характеристику линии необходимо настроить в части установки Характеристики для определения направления конвейера. Точность определяется помещением детали линии параллельно направлению конвейера с большим расстоянием между двумя точками, которые определяют деталь линии. При обучении робота движению между двух точек выполняйте настройку линейной детали, поместив инструмент вплотную к стороне конвейера. Если направление характеристики линии обратно направлению движения конвейера, используйте кнопку Обратное направление.

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

**Кольцевые конвейеры:** Для отслеживания кольцевых конвейеров необходимо определить центральную точку конвейера.

1. Определите центральную точку в разделе Детали установки. Значение Такты на оборот должно быть количеством тактов, которые кодовый датчик генерирует, когда конвейер делает один полный оборот.

2. Выберите флажок Поворачивать инструмент вместе с конвейером, чтобы ориентация инструмента повторяла поворот конвейера.

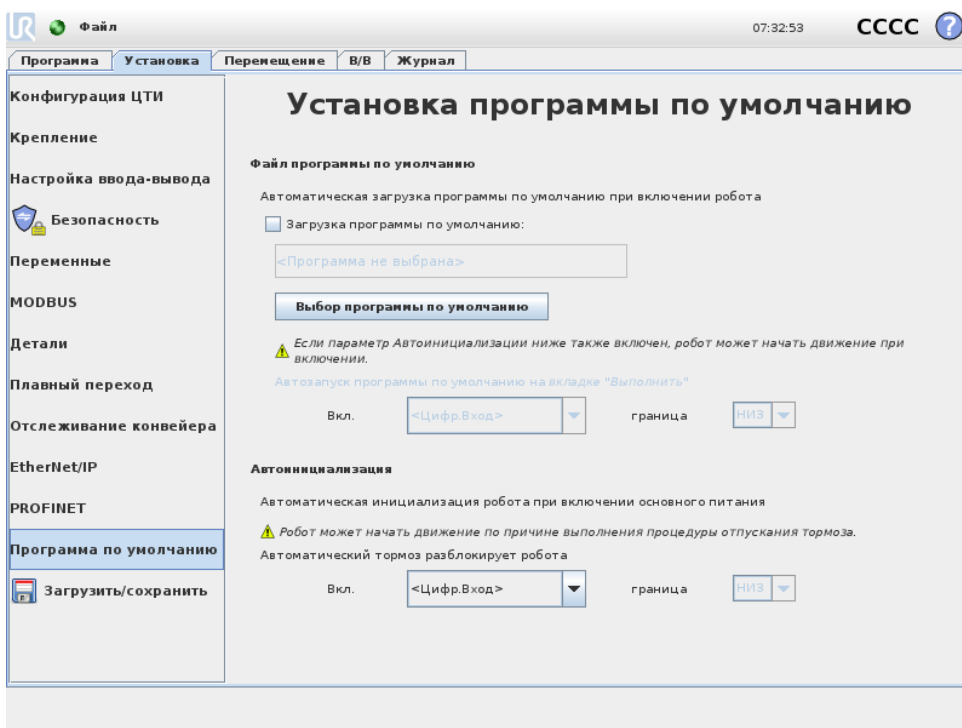
## 13.14 Плавный переход между режимами безопасности

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

### 13.14.1 Регулировка настроек ускорения/замедления

- Нажмите на вкладку ВкУстановкаВъ.
- В боковом меню слева выберите Плавный переход.
- Для более высокого значения ускорения/замедления выберите Жесткий режим, или выберите Плавный режим для более плавного, стандартного перехода.

## 13.15 Установка → Программа по умолчанию



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

**ВНИМАНИЕ:**

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

---

**Загрузка программы по умолчанию**

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

---

**Запуск программы по умолчанию**

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

---

**Автоматическая инициализация**

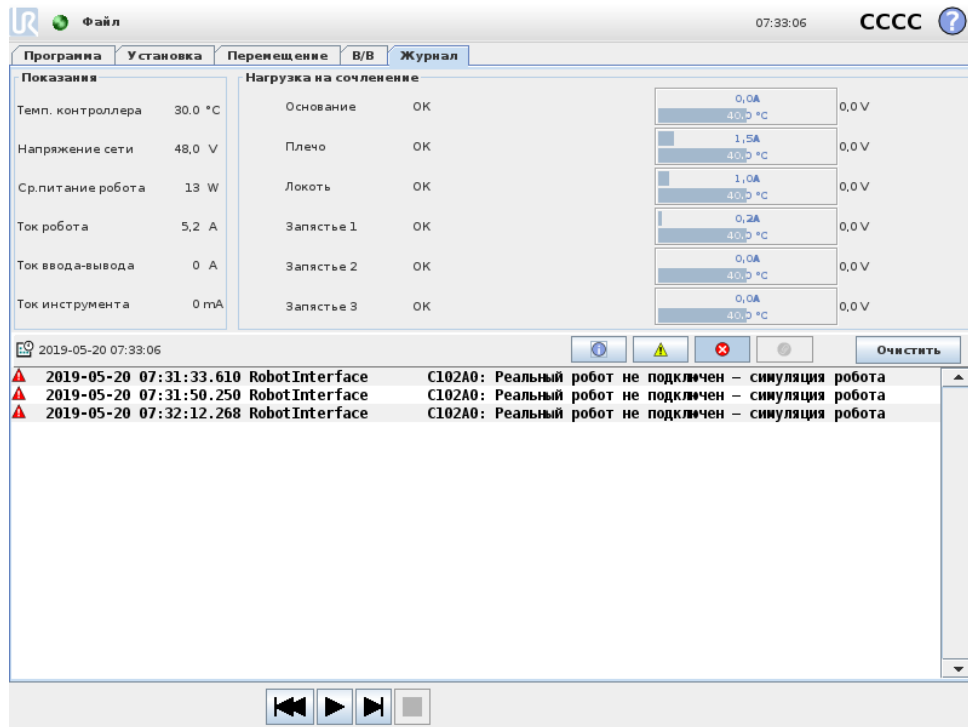
Манипулятор робота проходит автоматическую инициализацию. При заданной передаче внешнего сигнала по переходу кромки маркера выполняется полная инициализация манипулятора робота независимо от отображаемого экрана.

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

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

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

## 13.16 Вкладка ВкЖурналВнь



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

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

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

### 13.16.1 Сохранение отчетов об ошибках

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

- Неисправность
- Внутренние исключение PolyScore



- Защитный останов
- Необработанное исключение в URCap
- Запрет

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

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

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



**ПРИМЕЧАНИЕ:**

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

---

## 13.17 Экран загрузки

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



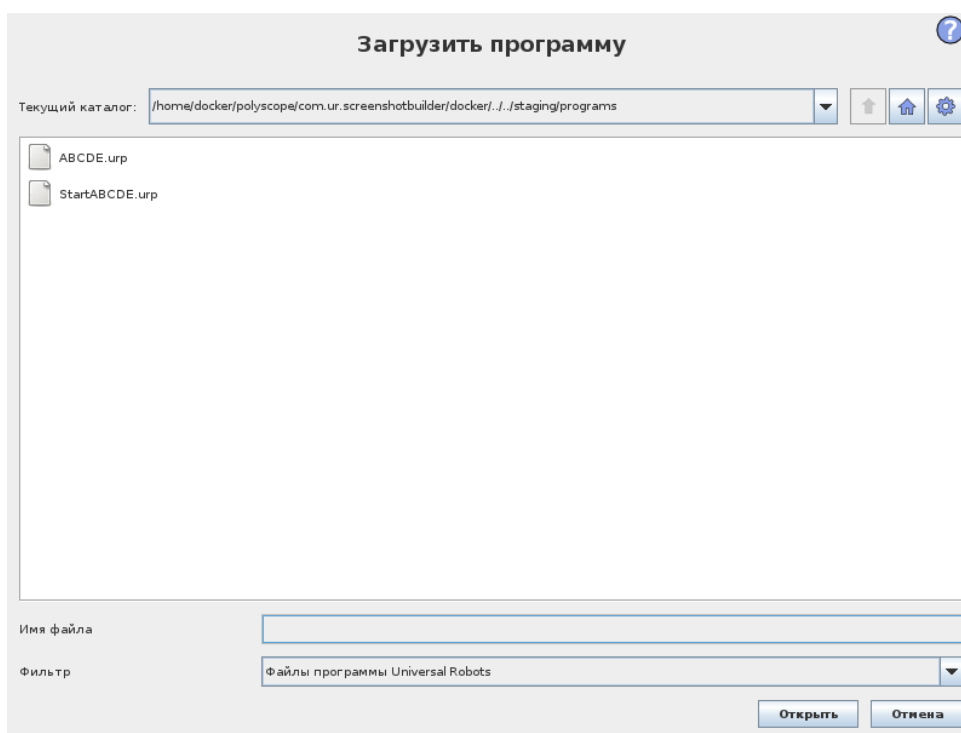
**ПРИМЕЧАНИЕ:**

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

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

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

## Компоновка экрана



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

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

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

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

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

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

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

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

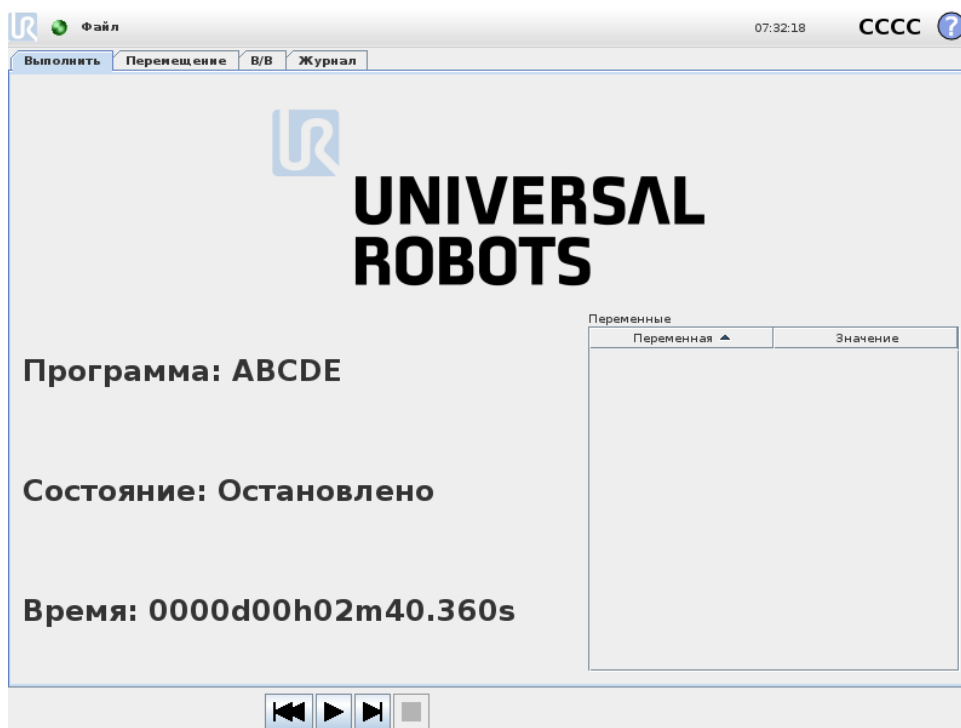
**Кнопка ВкОткрытьВнь** Нажмите кнопку ВкОткрытьВнь, чтобы открыть выбранный файл и вернуться на предыдущий экран.

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

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

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

## 13.18 Вкладка ВкВыполнитьВнь



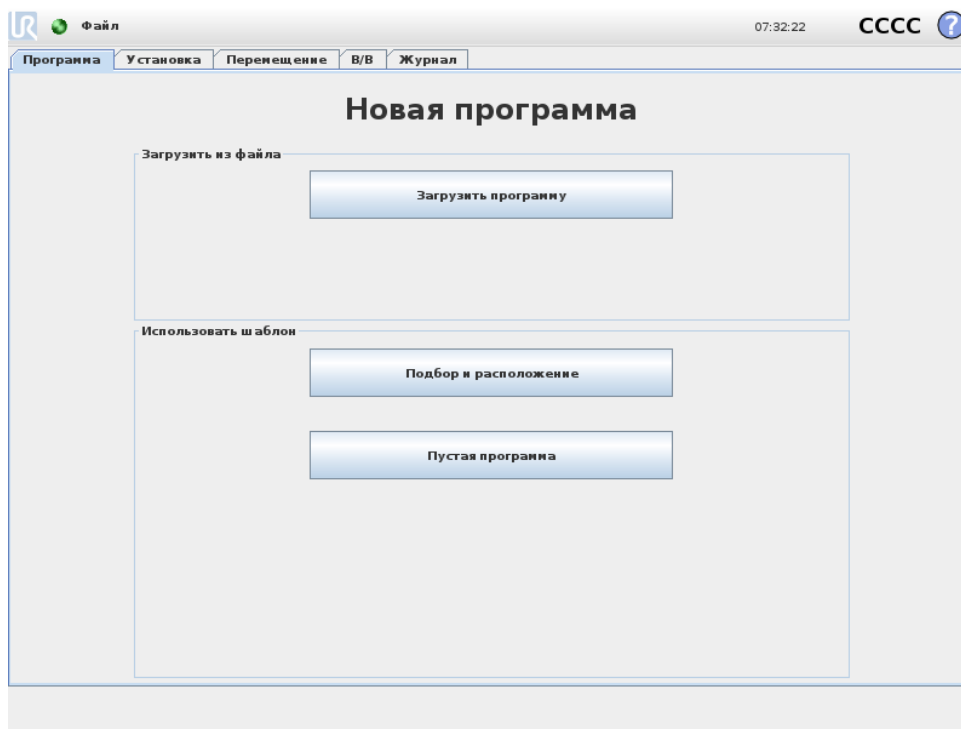
Эта вкладка обеспечивает очень простой способ управления манипулятором робота и блока управления с помощью минимально возможного числа кнопок и параметров. Это может оказаться полезным при одновременном использовании с защитой программируемой части

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

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

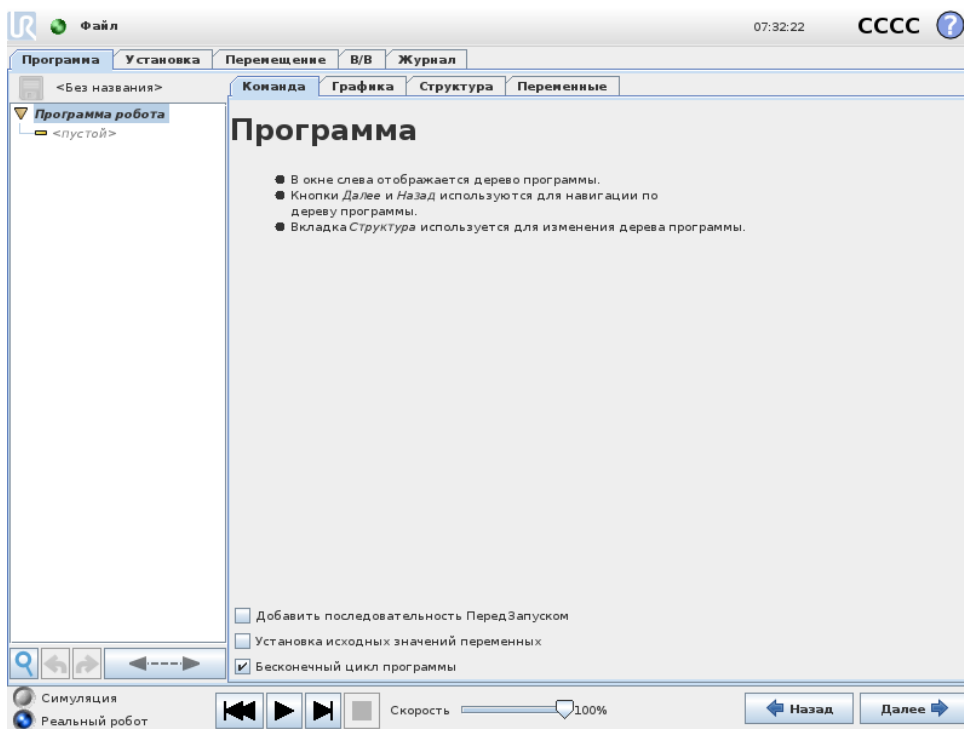
# 14 Программирование

## 14.1 Новая программа



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

## 14.2 Вкладка ВкПрограммаВъ



На вкладке ВкПрограммаВъ показана программа, редактируемая в данный момент.

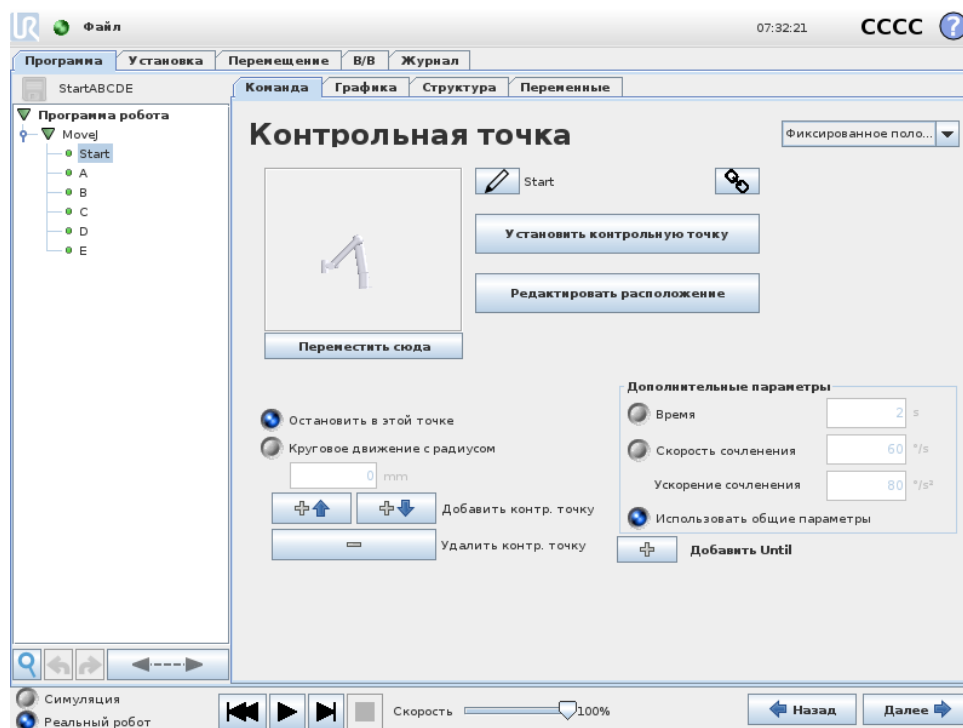
### 14.2.1 Дерево программ







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

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



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

### 14.2.2 Индикация выполнения программы





Дерево программ содержит визуальные ориентиры, информирующие о команде, выполняемой контроллером робота в данный момент. Значок небольшого  индикатора отображается слева от значка команды, а имя выполняемой команды и других команд, для которых данная команда является подкомандой (обычно определяемая / значками команды) выделяется синим цветом. Это помогает пользователю в поиске выполняемой команды в дереве. Например, при движении манипулятора робота в направлении контрольной точки соответствующая подкоманда контрольной точки обозначается значком  и ее имя вместе с названием команды Переместить (см. 14.5), к которой она принадлежит, отображается синим цветом. В случае приостановки программы индикатор выполнения программы обозначает последнюю команду, которая находилась в процессе выполнения. Щелчок кнопки со значком  под деревом программ приведет к переходу к команде, выполняемой в данный момент, или к последней выполненной команде в дереве. При щелчке по команде во время работы программы вкладка Команда будет содержать отображение информации, связанной с выбранной командой. Нажатие кнопки  снова приведет к постоянному отображению вкладки Команда информации о текущих выполняемых командах.

### 14.2.3 Кнопка Поиск

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

#### 14.2.4 Кнопки отмены/повтора команды

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

#### 14.2.5 Программная панель инструментов

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

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



#### ОПАСНОСТЬ:

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

Во время написания программы движение, которое будет в результате выполнять манипулятор робота, показывается посредством трехмерного изображения на вкладке Графика, как описано в 14.31.

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



— что команда не закончена, зеленый обозначает, что все в порядке. Программу можно запустить, только когда значки всех команд зеленого цвета.

## 14.3 Переменные

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

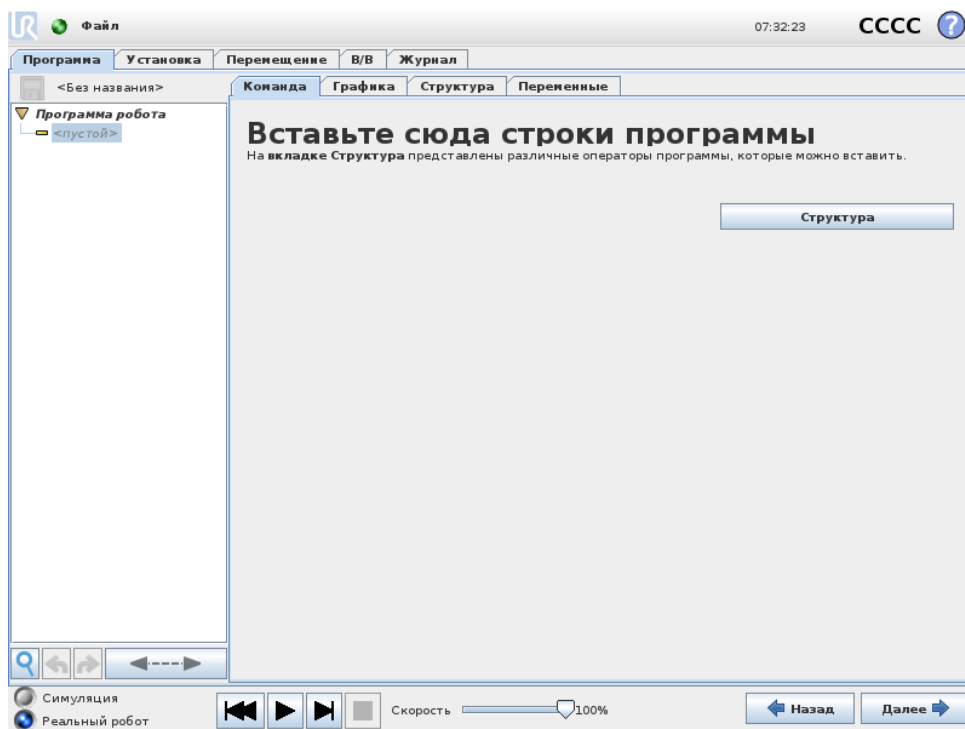
**Установочные переменные:** Они могут использоваться несколькими программами, их имена и значения сохраняются при установке робота (см. 13.10). Установочные переменные сохраняют свои значения после перезагрузки робота и панели управления.

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

Тип переменных:

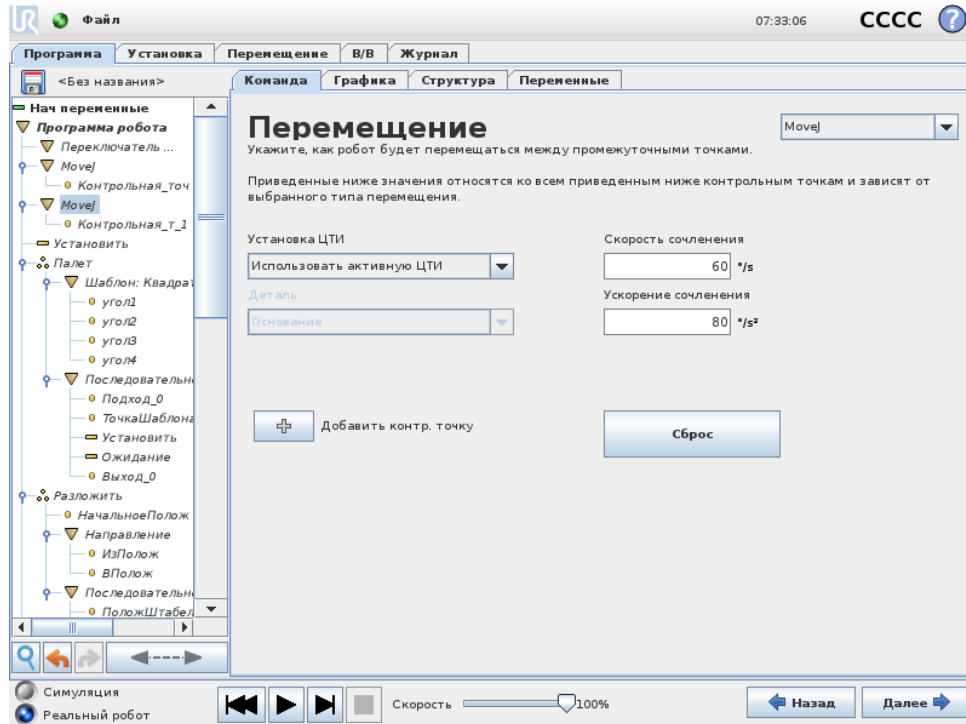
bool	Переменная логического типа, принимающая значение Истина либо Ложь.
int	Целое число в пределах от $-2147483648$ до $2147483647$ (32 разряда).
float	Число с плавающей точкой (десятичное) (32 разряда).
string	Последовательность символов.
pose	Вектор, описывающий положение и ориентацию в прямоугольной системе. Он представляет собой сочетание вектора положения $(x, y, z)$ и вектора вращения $(rx, ry, rz)$ , представляющего ориентацию в виде $p[x, y, z, rx, ry, rz]$ .
list	Последовательность переменных.

## 14.4 Команда: Пустое



Здесь необходимо вставить команды программы. Нажмите кнопку Структура, чтобы перейти на вкладку ВкСтруктураВь, на которой расположены различные строки программы, которые можно выбрать. Программу не удастся запустить, пока не будут указаны и определены все строки.

## 14.5 Команда: Перемещение



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

### Типы движений

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

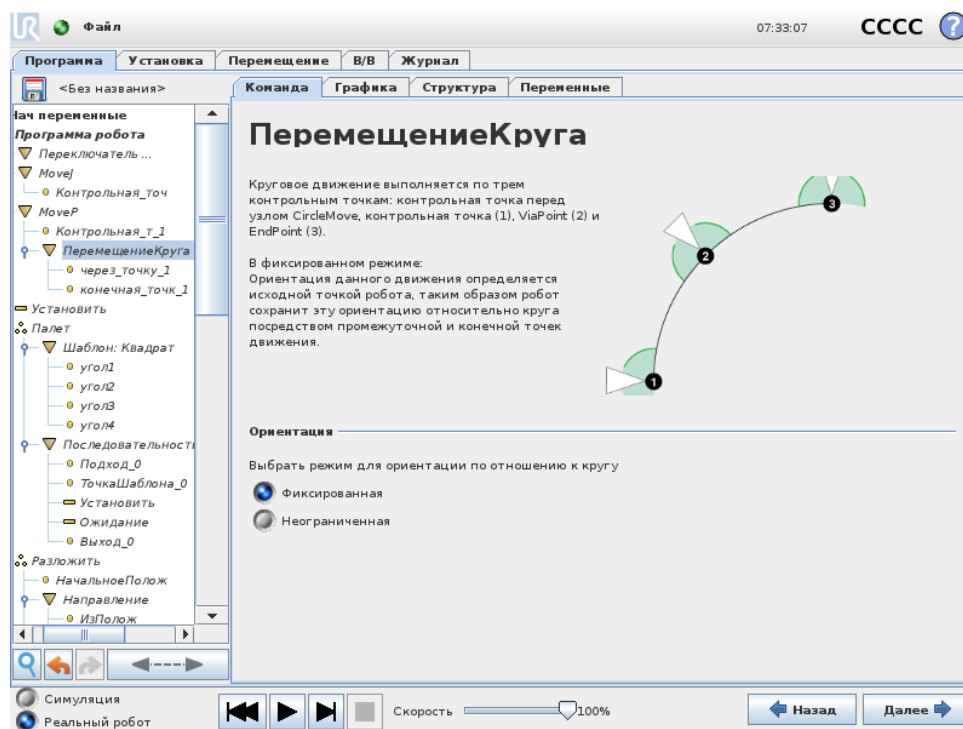
- moveJ используется для выполнения движений, которые рассчитаны в зоне сочленений манипулятора робота. При управлении сочленениями каждое из них одновременно достигает заданного конечного положения. При таком типе движения траектория инструмента имеет форму кривой. Для этого типа движений используются такие общие параметры, как максимальная скорость сочленения и ускорение сочленения, указанные в / и /<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 / и /<sup>2</sup> соответственно, а также деталь.

- moveP используется для линейного перемещения инструмента с постоянной скоростью при выполнении круговых движений и предназначен для выполнения ряда операций обработки, например нанесения клея или распыления. Величина радиуса круговых движений по умолчанию является общим значением для всех контрольных точек. Чем меньше значение, тем более острым будет угол поворота траектории, тогда как при более высоком значении траектория будет плавней. При движении манипулятора робота по контрольным точкам с постоянной скоростью блок управления роботом не может ждать операции ввода-вывода или действия оператора. При этом движение манипулятора робота может быть прервано или произойдет защитный останов.
- Возможно добавление переменной Circle move к moveP для совершения кругового движения. Робот начинает движение из своего текущего положения или исходной точки, проходит точку ViaPoint, указанную на дуге окружности, и точку EndPoint, которой завершается круговое движение.

Режим используется для расчета ориентации инструмента посредством дуги окружности. Режим бывает:

- Фиксированный: только исходная точка используется для определения ориентации инструмента
- Неограниченный: исходная точка преобразовывается в точку EndPoint, чтобы определить ориентацию инструмента



## Общие параметры

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

### Выбор ЦТИ

ЦТИ, используемые для контрольных точек в команде ВкПереместитьВнь, можно выбрать из выпадающего меню. Можно выбрать в установке пользовательские ЦТИ, активную ЦТИ или просто использовать фланец для подсоединения инструмента. Если выбрана пользовательская ЦТИ или активная ЦТИ, движение в команде ВкПереместитьВнь будет настраиваться в соответствии с ней. Если выбран фланец для подсоединения инструмента, ЦТИ не используется и движение в команде ВкПереместитьВнь будет соответствовать фланцу для подсоединения инструмента (т. е. настройки движения отсутствуют).

Если активная ЦТИ для этого перемещения определяется во время работы программы, то ее необходимо задавать динамически с помощью команды Установить (см. 14.12) или команд языка описания сценариев. Подробнее о конфигурировании названных ЦТИ (см. 13.6).

### Выбор детали

Зоны деталей, в которых будут находиться контрольные точки команды ВкПереместитьВнь при указании этих контрольных точек (см. раздел 13.12). Это означает, что при установке контрольной точки программа запомнит координаты инструмента в зоне выбранной детали. Существует ряд обстоятельств, требующих особого разъяснения:

**Относительные контрольные точки:** Выбранная деталь не влияет на относительные контрольные точки. Относительное движение всегда выполняется относительно ориентации Основания.

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

**Переменная деталь:** Если какие-либо детали в загруженной установке выбраны в качестве переменных, соответствующие им переменные можно будет выбрать в меню выбора деталей. Если выбрана переменная деталь (ее название имеет название детали с суффиксом Вк\_varВнь), то движения манипулятора робота (кроме движений по относительным контрольным точкам) зависят от фактического значения переменной при выполнении программы. Начальное значение переменной для детали представляет собой значение фактической детали, как она сконфигурирована при установке. При изменении данного значения меняются и перемещения робота.

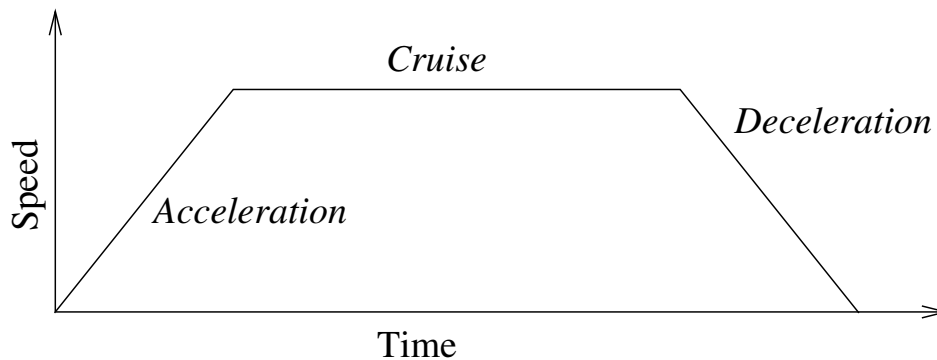
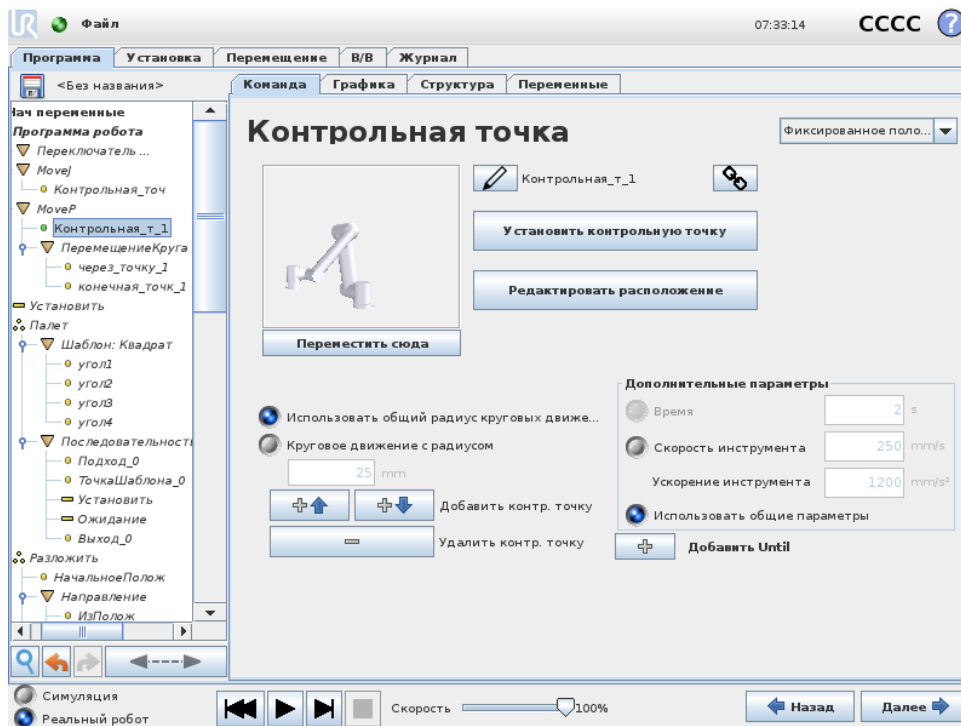


Figure 14.1: Профиль скорости движения. Кривая разделена на три сегмента: ускорение, перемещение и замедление. Уровень фазы перемещения задается настройкой скорости движения, а крутизна фаз ускорения и замедления задается параметром ускорения.

## 14.6 Команда: Фиксированная контрольная точка



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

### Установка контрольной точки

Нажмите кнопку, чтобы открыть экран Переместить, на котором можно указать положение манипулятора робота для данной контрольной точки. Если контрольная точка включается в команду ВкПереместитьВъ в линейной зоне (MoveL или MoveP), должна быть указана допустимая деталь для этой команды ВкПереместитьВъ, чтобы можно было нажать кнопку.

## Названия контрольных точек

Контрольные точки автоматически получают уникальное название. Имя может быть изменено пользователем. Нажатием значка звена можно связать контрольные точки и выполнить обмен информацией о положении. Другая информация о контрольной точке, например, радиус кругового движения, скорость и ускорение инструмента/сочленения, настраивается отдельно для каждой контрольной точки, даже если они уже связаны.

## Круговое движение

Круговое движение 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 14.2), где робот в настоящий момент находится в контрольной точке 1 (WP\_1) и должен выполнить захват объекта в контрольной точке 3 (WP\_3). Во избежание столкновений с объектом и другими препятствиями (O) робот должен двигаться к WP\_3 в направлении из контрольной точки 2 (WP\_2). Таким образом, три контрольные точки участвуют в создании пути, удовлетворяющего требованиям.

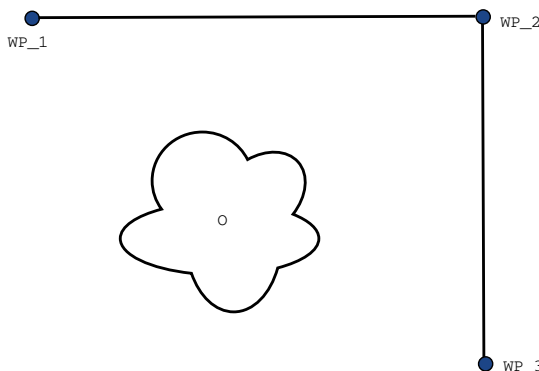


Figure 14.2: WP\_1: начальное положение, WP\_2: промежуточная точка, WP\_3: положение захвата, O: препятствие.

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

Остановка в WP\_2 может быть отменена за счет настройки кругового движения для контрольной точки, что позволит роботу рассчитать плавный переход к следующей точке траектории. Основным параметром кругового движения является радиус. Если робот находится в пределах радиуса круговых движений для контрольной точки, то он может начать круговое

движение и отклониться от исходного маршрута. Это позволит роботу осуществлять более быстрые и плавные перемещения, поскольку ему не нужно замедляться и повторно ускоряться.

**Параметры круговых движений** Помимо контрольных точек на траекторию круговых движений влияет несколько параметров (см. рисунок 14.3):

- радиус круговых движений ( $r$ )
- начальная и конечная скорость робота (в положении  $p1$  и  $p2$  соответственно)
- время движения (например, установка определенного времени для траектории повлияет на начальную/конечную скорость робота)
- виды траекторий для кругового движения от и к (MoveL, MoveJ)

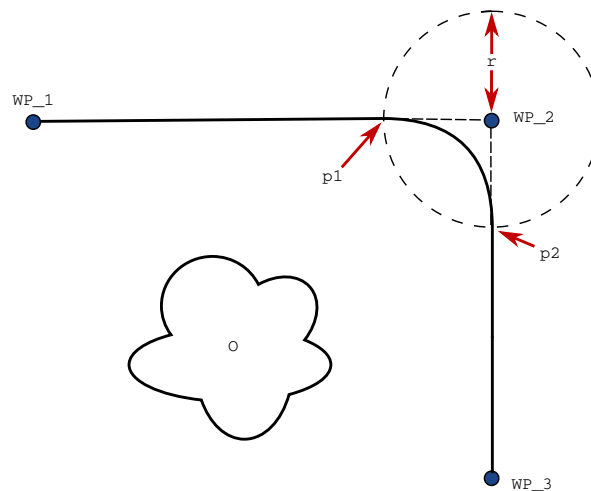


Figure 14.3: Круговое движение вокруг WP\_2 с радиусом  $r$ , начальное положение для кругового движения в  $p1$  и конечное положение для кругового движения в  $p2$ .  $O$  – препятствие.

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

Круговые движения не могут пересекаться, поэтому не удастся установить радиус круговых движений, который будет пересекаться с радиусом круговых движений предыдущей и следующей контрольной точки, как показано на рисунке 14.4.

**Условные траектории круговых движений** На траекторию круговых движений влияет контрольная точка, для которой задан радиус круговых движений, а также следующая точка в дереве программы. То есть в программе на рисунке 14.5 на круговое движение вокруг WP\_1 влияет WP\_2. Такая последовательность становится более очевидной при круговом движении вокруг WP\_2 в данном примере. Существует два возможных конечных положения, поэтому робот должен проанализировать текущее значение цифрового \_входа [1] уже в начале выполнения круговых движений, чтобы определить следующую контрольную точку для круговых движений. Это означает, что условие Если...тогда (или другие необходимые операторы для определения следующей контрольной точки, например, переменных контрольных точек) анализируется перед тем, как робот фактически достигнет WP\_2, что в определенной

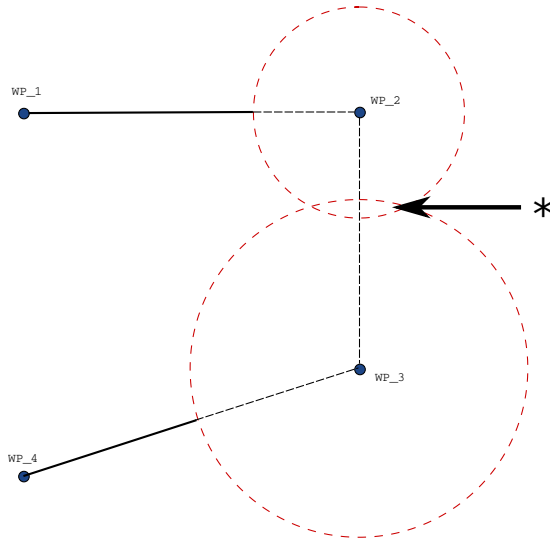


Figure 14.4: Перекрытие радиуса кругового движения не допускается (\*).

степени является алогичным, если рассматривать запрограммированную последовательность. Если контрольная точка является точкой останова и сопровождается условиями для определения следующей контрольной точки (например, команда I/O), то выполнение условия происходит, когда манипулятор робота останавливается в этой контрольной точке.

```

MoveL
  WP_I
  WP_1 (круговое движение)
  WP_2 (круговое движение)
  если (цифровой_вход [1]) тогда
    WP_F_1
  иначе
    WP_F_2
  
```

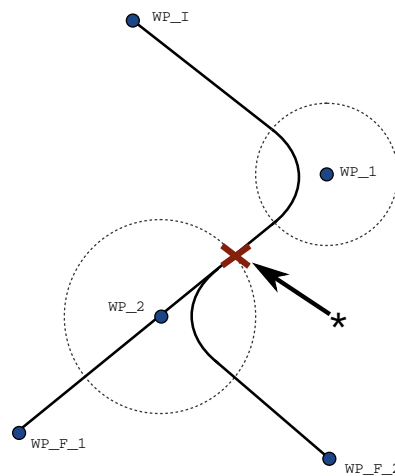


Figure 14.5: WP\_I является начальной контрольной точкой и возможны две конечных контрольных точки WP\_F\_1 и WP\_F\_2 в зависимости от условия. Условие если анализируется, когда манипулятор робота начинает второе круговое движение (\*).

Комбинации видов траекторий Для круговых движений могут использоваться все четыре комбинации видов MoveJ и MoveL, но заданная комбинация будет влиять на расчетную траекторию круговых движений. Существует 4 возможных комбинации:

1. от MoveJ к MoveJ (круговое движение в пространстве обобщенных координат)



2. от MoveJ к MoveL
3. от MoveL к MoveL (круговое движение в пространстве декартовых координат)
4. от MoveL к MoveJ

На рисунке 14.6 приводится сравнение кругового движения в пространстве обобщенных координат (метка 1) и кругового движения в пространстве декартовых координат (метка 3). На рисунке показаны два возможных пути инструмента для идентичных наборов контрольных точек.

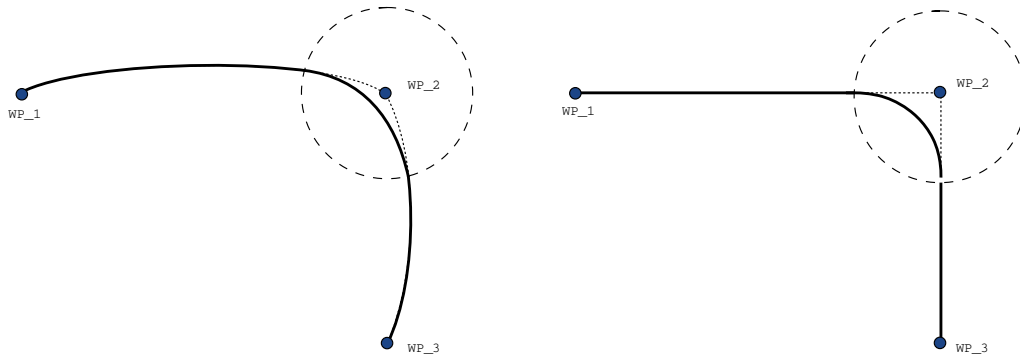


Figure 14.6: Сравнение перемещения и кругового движения в пространстве обобщенных координат (MoveJ) и в пространстве декартовых координат (MoveL).

За счет различных комбинаций метки 2, 3 и 4 приводят к созданию траекторий, которые не выходят за пределы исходной траектории в пространстве декартовых координат. Пример круговых движений с различными видами траекторий (метка 2) показан на рисунке 14.7.

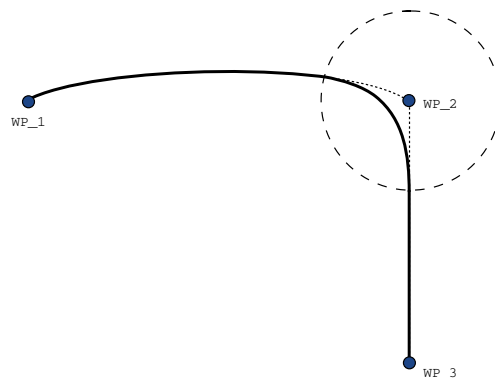


Figure 14.7: Круговое движение от перемещения в пространстве обобщенных координат (MoveJ) к линейному перемещению инструмента (MoveL).

Круговые движения в пространстве обобщенных координат (метка 1) могут казаться менее логичными, поскольку робот будет пытаться получить наиболее подходящую траекторию в пространстве обобщенных координат с учетом скоростей и времени. В результате они могут отклоняться от курса, заданного контрольными точками. Это особенно верно в том случае, когда имеется существенное различие в скорости сочленений между двумя точками

траектории. Внимание: если скорости существенно различаются (например, при задании дополнительных параметров, будь то скорость или время, для определенной контрольной точки), то это может привести к существенным отклонениям от исходной траектории, как показано на рисунке 14.8. Если вам необходимо выполнить круговое движение при разных скоростях и вы не можете допустить подобных отклонений, то следует рассмотреть круговое движение в пространстве декартовых координат, используя MoveL.

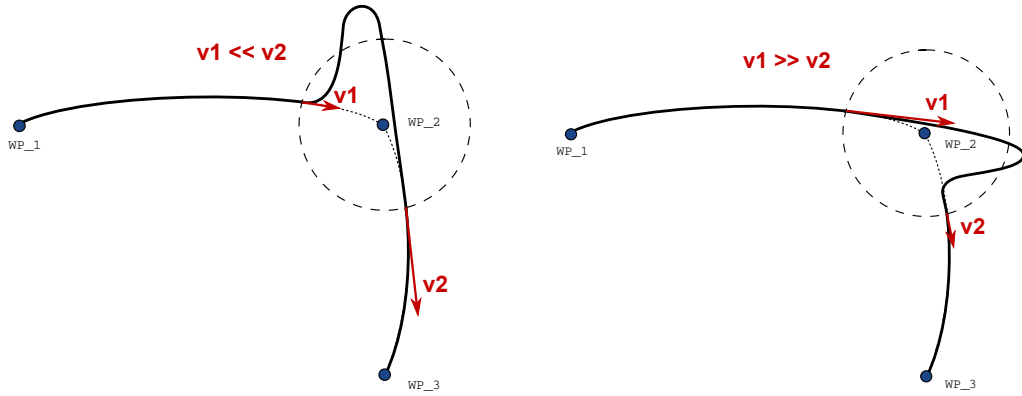
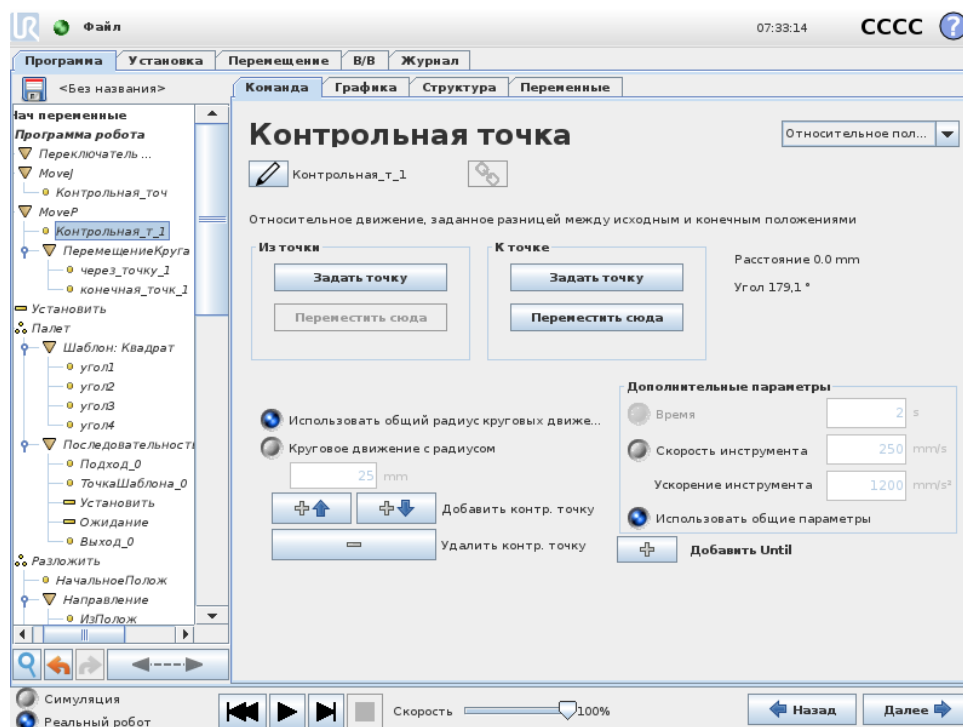


Figure 14.8: Круговое движение в пространстве обобщенных координат, когда начальная скорость  $v_1$  значительно меньше конечной скорости  $v_2$  или наоборот.

## 14.7 Команда: Относительная контрольная точка

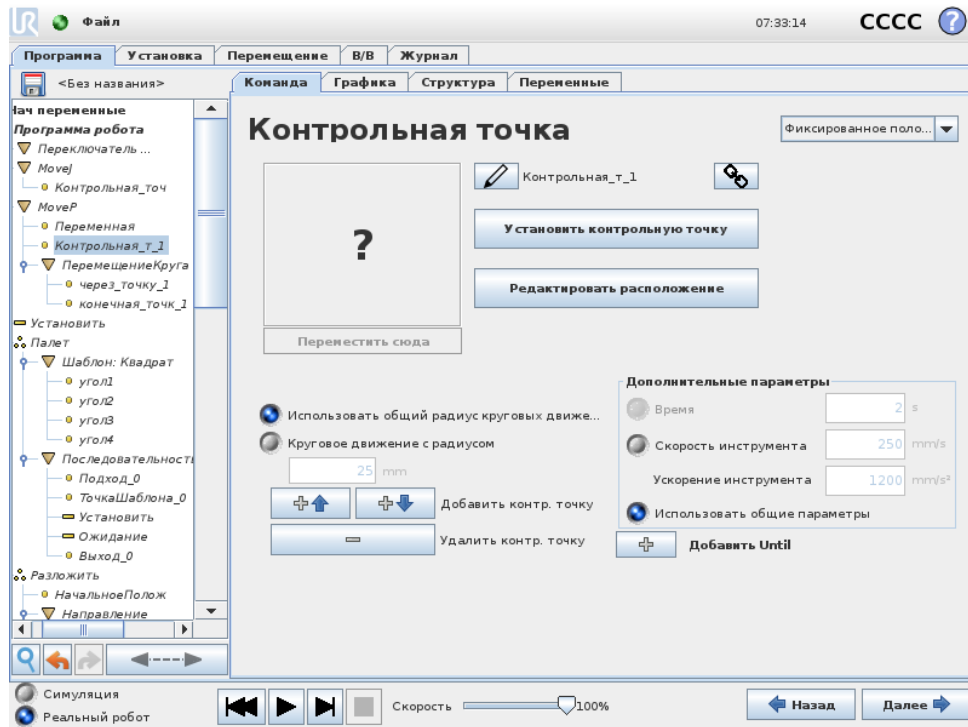


Контрольная точка, положение которой задано относительно предыдущего положения манипулятор робота, например Вкна два сантиметра левееВъ. Относительное положение определяется разностью между двумя заданными положениями (слева или справа).

Примечание. При использовании нескольких относительных положений подряд манипулятор робота может выйти из своей рабочей зоны.

В данном случае под расстоянием понимается расстояние в прямоугольной системе координат между ЦТИ в двух положениях. Угол показывает, насколько изменяется ориентация ЦТИ между этими двумя положениями. Более точное описание изменения ориентации дает длина вектора вращения.

## 14.8 Команда: Переменная контрольная точка:



Контрольная точка, положение которой задано переменной, в данном случае — `calculated_pos`. Переменная должна обозначать положение, например, `var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. Первые три значения — это оси *x,y,z*, а последние три — ориентация, заданная в виде вектора вращения, заданного вектором *ix,gy,gz*. Длина оси — это угол в радианах, на который будет выполнен поворот, а сам вектор представляет собой ось, вокруг которой будет идти вращение. Положение всегда дается относительно контрольной рамы или в системе координат, которая определяется выбранной деталью. Если радиус кругового движения установлен фиксированную контрольную точку и контрольные точки обрабатываются и становятся переменными или если радиус кругового движения установлен на переменную контрольную точку, в таком случае радиус кругового движения не может быть проверен на перекрытие (см. 14.6). Если при запуске программы радиус кругового движения перекрывается с точкой, робот пропустит перемещение и перейдет к следующему.

Например, чтобы сместить робота на 20 по оси *Z* инструмента::

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

```
MoveL
```

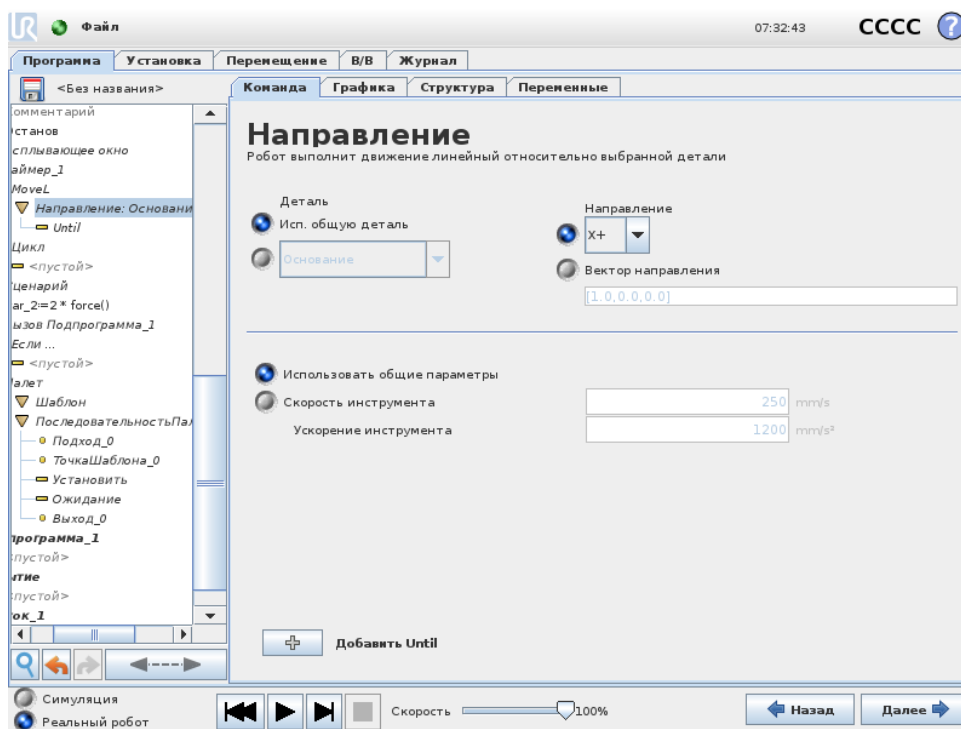
```
Waypoint_1 (положение переменной):
```

```
Использовать переменную=var_1, Деталь=Инструмент
```

## 14.9 Команда: Направление

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

останавливает условие До. Вы должны задать условие ВкДоВнь для остановки направления движения, нажав кнопку Добавить до, чтобы задать критерий остановки.



### Остановка направления движения

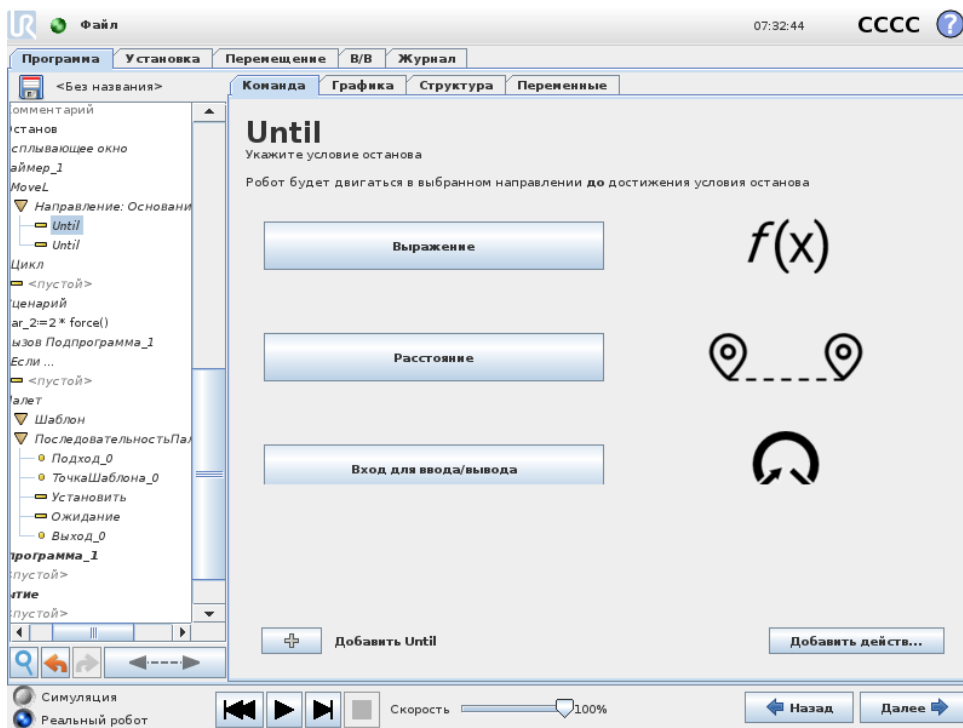
Можно добавить настройку ВкВектор движенияВнь для параметров Скорость инструмента и Ускорение инструмента, чтобы задать вектор линейного движения для расширенного использования, например:

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

Векторы направления определяют уникальное кодовое выражение, решением которого является единичный вектор. Например, при векторе  $[2,1,0]$  робот двигается на две единицы в направлении  $x$  на каждую единицу в направлении  $y$  относительно заданной скорости.

## 14.10 Команда: До

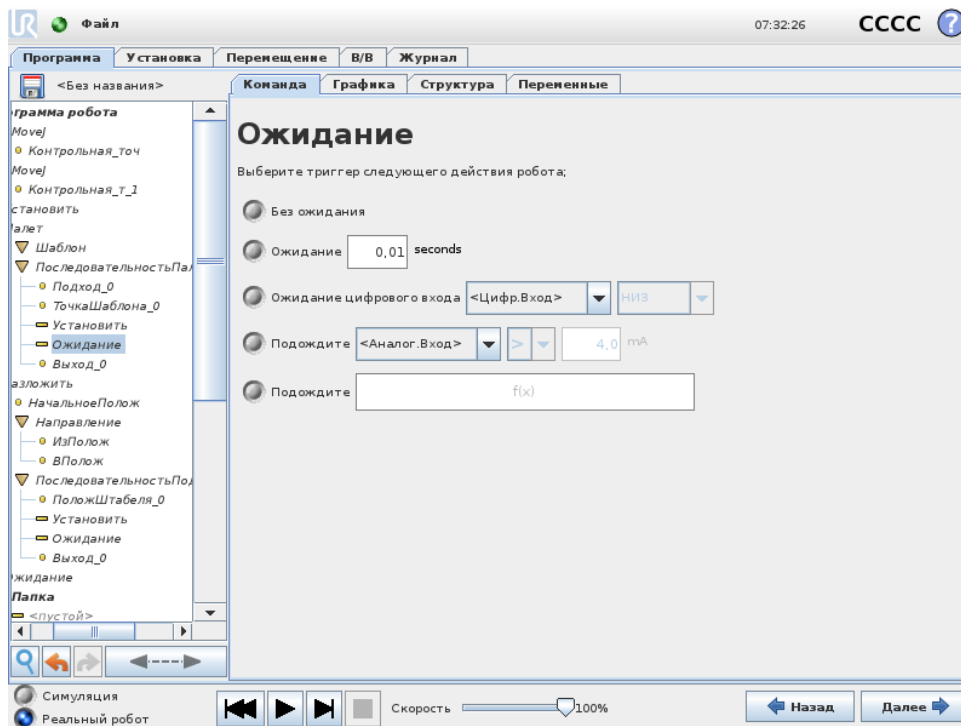
Программный узел До определяет критерий остановки движения. Робот движется по пути и останавливается, когда обнаружен контакт.



В поле До можно задать следующие критерии остановки.

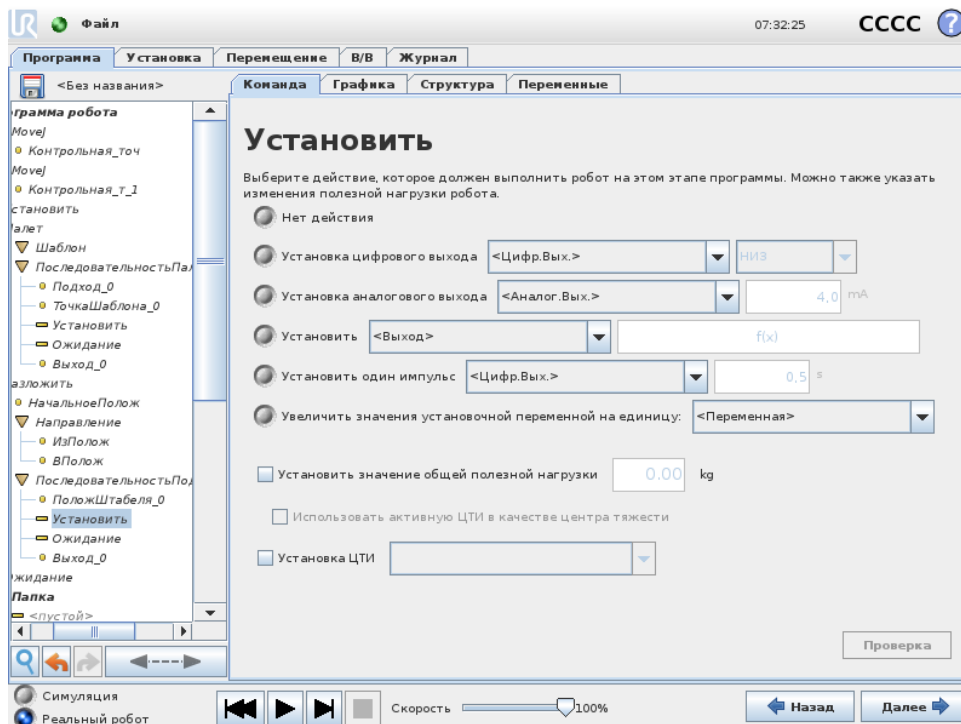
- **Добавить действие Добавлять узлы программы до выполнения конкретного условия ВкДоВь.** Например, при обнаружении состояния ошибки, программу можно остановить всплывающим узлом
- **Расстояние** Этот узел можно использовать для остановки движения ВкНаправлениеВь, если робот переместился на определенное расстояние. Скорость замедляется, и робот останавливается строго на заданном расстоянии.
- **Выражение** Этот узел можно использовать для остановки движения из-за уникального программного выражения. Чтобы задать условие остановки, можно использовать вводы-выводы, переменные или функции сценариев.
- **Вход для ввода/вывода** Данный узел можно использовать для остановки движения, управляемого сигналом на входе ввода/вывода.

## 14.11 Команда: Ожидание



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

## 14.12 Команда: Установить



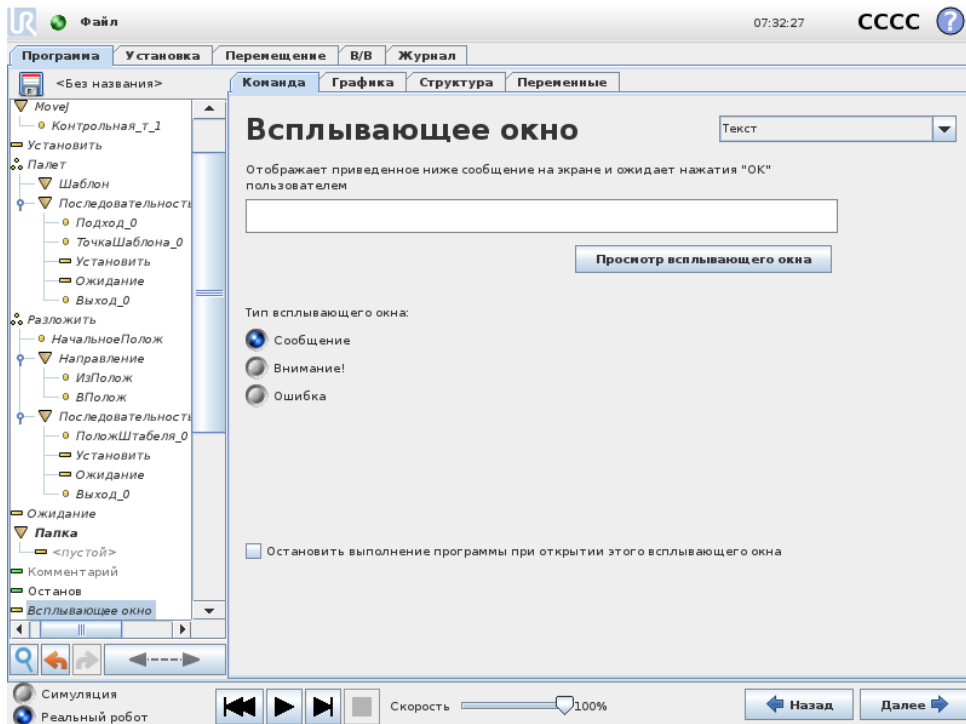
Установите для данного значения цифровые или аналоговые выходы. Цифровые выходы можно сконфигурировать для отправки отдельного импульса.

Используйте команду ВкУстановитьВъ 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 примите во внимание и возможность выбора ЦТИ на карте Переместить (см. 14.5). Подробнее о конфигурировании названных ЦТИ (см. 13.6).

### 14.13 Команда: Всплывающее окно

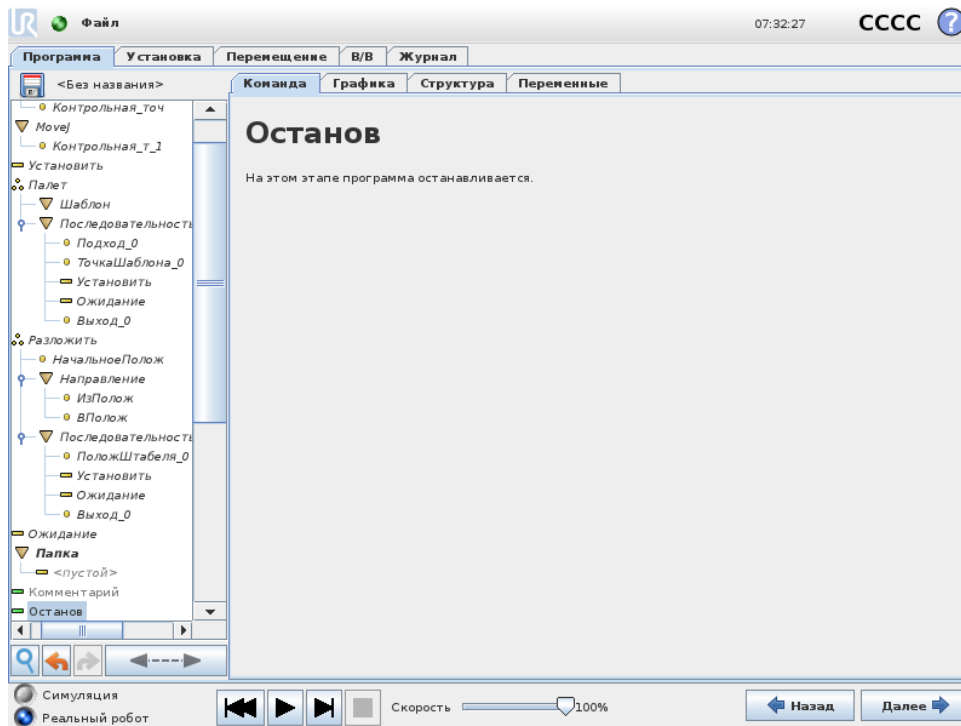


Всплывающее окно – это сообщение, которое отображается на экране при достижении программой команды, отвечающей за его отображение. Стиль сообщения можно выбрать, а сам текст ввести с помощью экранной клавиатуры. Робот будет ожидать, пока пользователь/оператор нажмет кнопку ВкОКВъ под всплывающим окном, прежде чем продолжить выполнение программы. При выборе элемента ВкОстановить выполнение программыВъ программа робота будет остановлена при отображении этого всплывающего сообщения.

Примечание: Длина сообщений не может превышать 255 знаков.

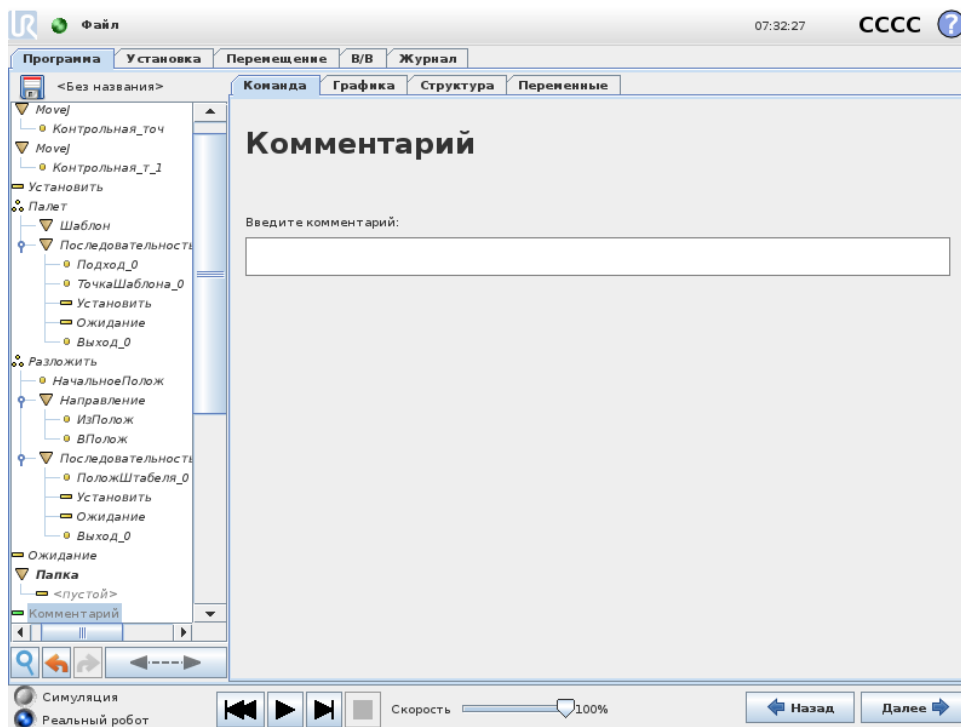


## 14.14 Команда: Останов



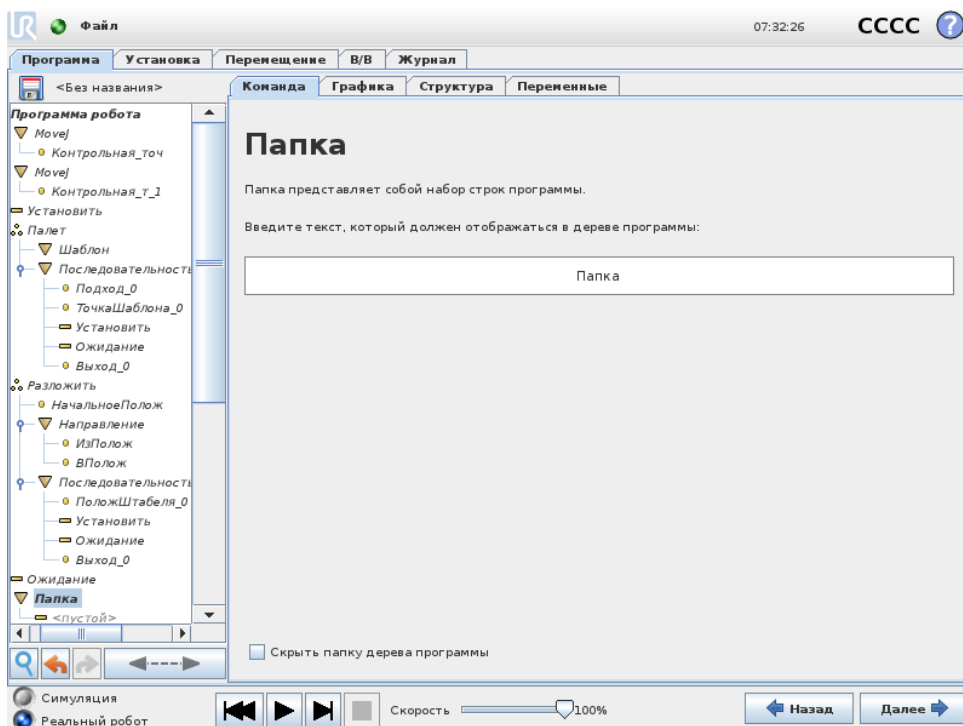
На этом этапе программа останавливается.

## 14.15 Команда: Комментарий



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

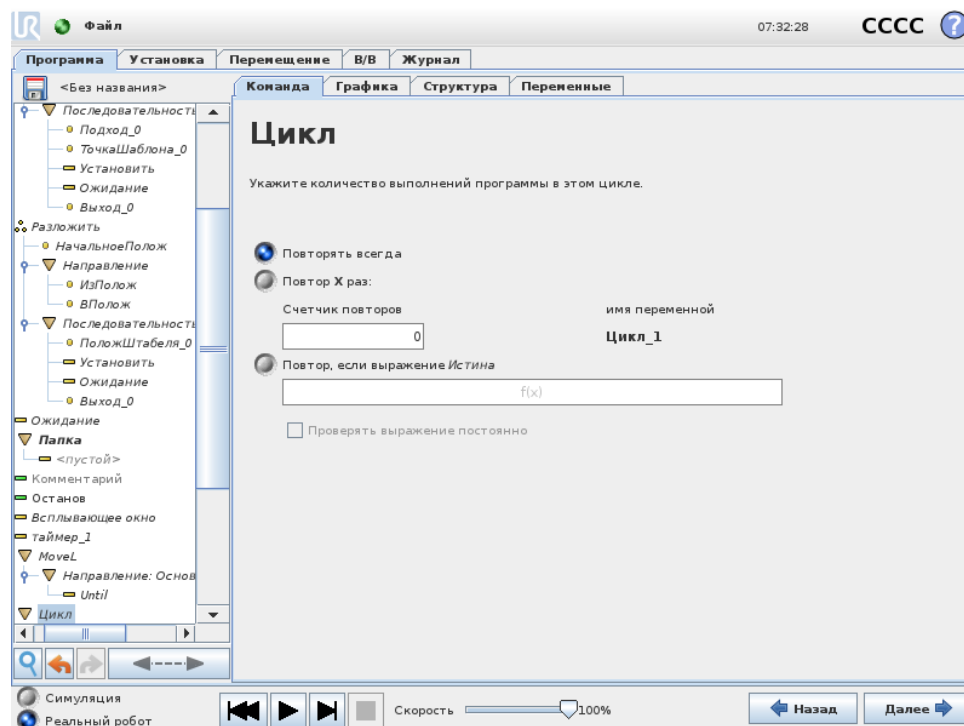
## 14.16 Команда: Папка



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

Папки не влияют на программу и ее выполнение.

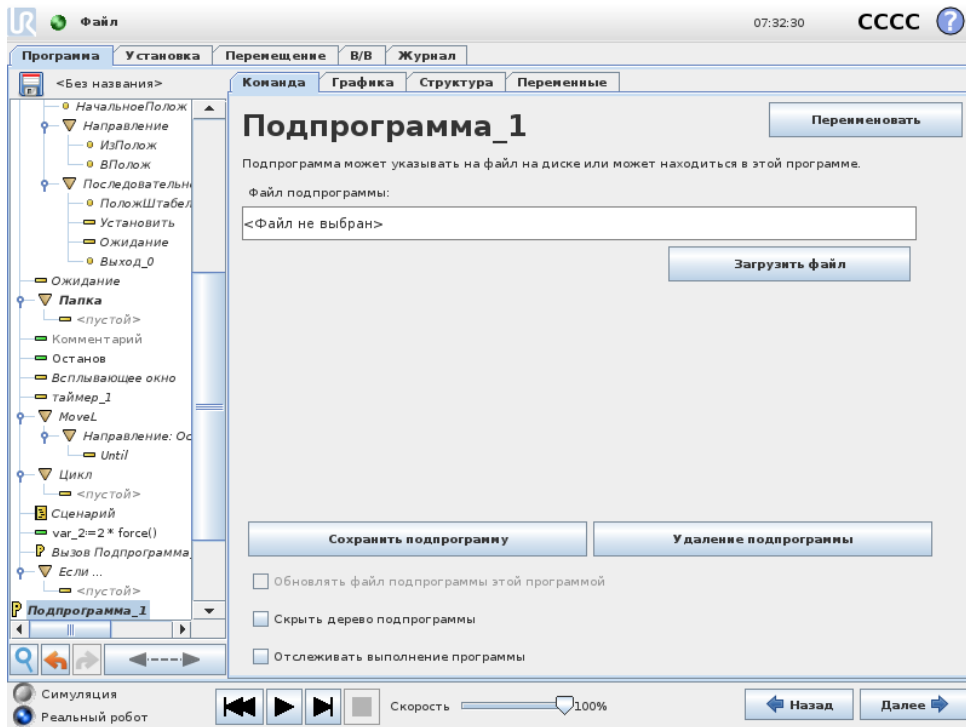
## 14.17 Команда: Цикл



Создает цикл ключевых команд программы. В зависимости от выбора ключевые команды программы будут заключены в бесконечный цикл, в цикл из определенного числа повторений или в цикл, действующий при истинном значении условия. При создании цикла из определенного числа повторений создается специальная переменная цикла (на рисунке выше имеет название loop\_1), которую можно использовать в выражениях цикла. Эта переменная цикла может иметь значение от 0 до  $N - 1$ .

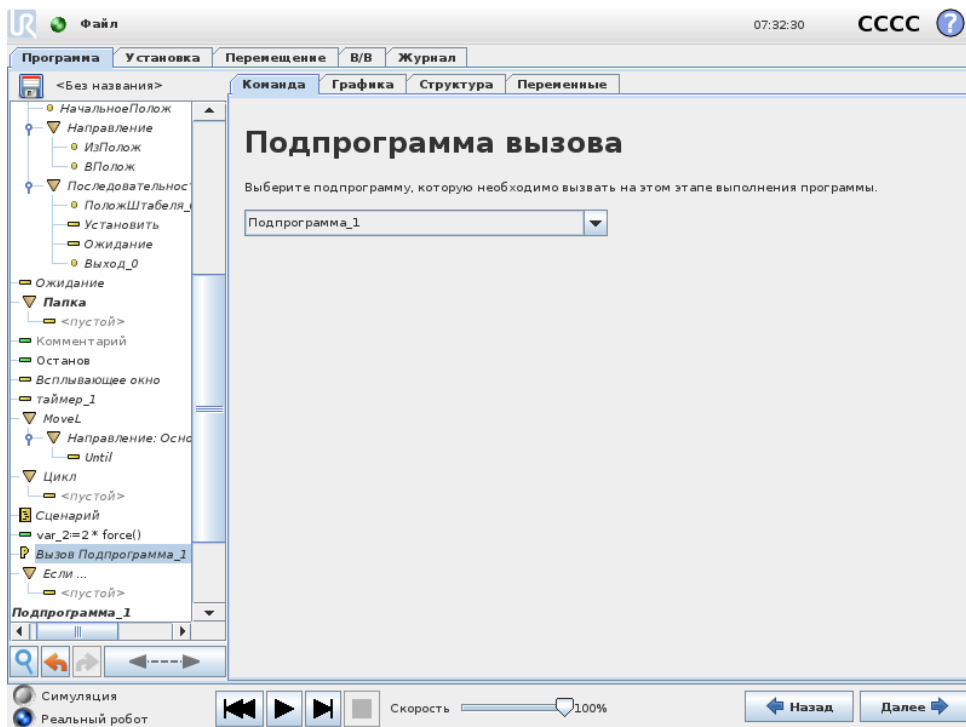
Если при создании цикла выражение используется в качестве условия завершения, в программном обеспечении PolyScore имеется параметр для непрерывной проверки этого выражения, что обеспечивает прерывание ВциклаВ в любое время при его выполнении, а не только после каждого повторения.

## 14.18 Команда: Подпрограмма



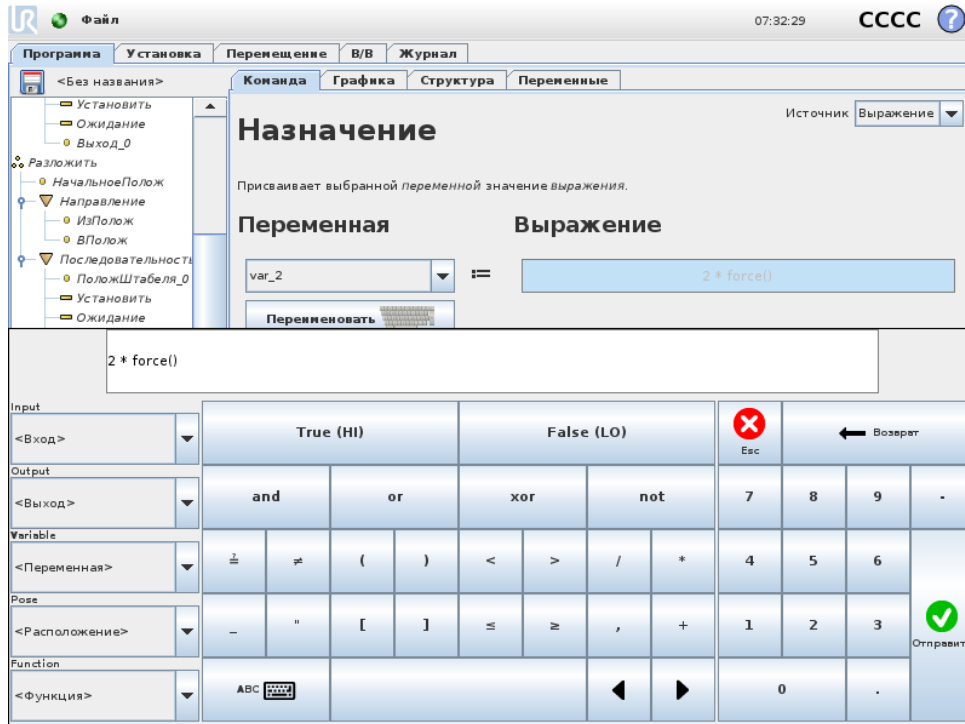
В подпрограмме можно хранить части программы, которые требуются в нескольких местах. Подпрограмма может быть отдельным файлом на диске, который можно скрыть для защиты от случайных изменений подпрограммы.

## Команда: Вызов Подпрограмма



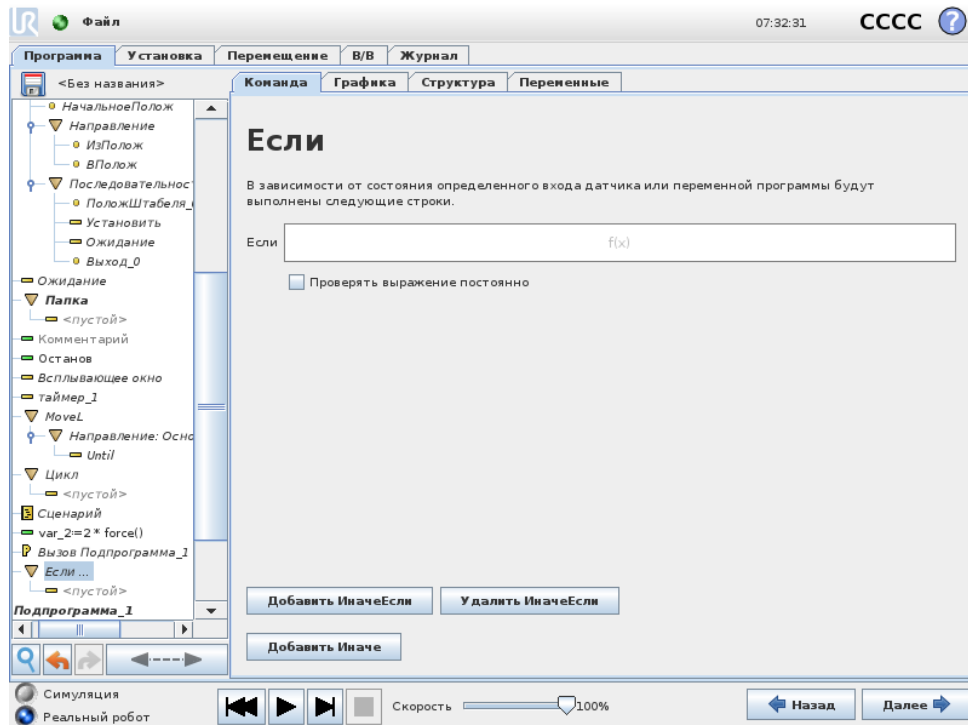
При вызове подпрограммы будут выполнены строки подпрограммы, а затем переход на следующую строку.

14.19 Команда: Назначение



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

## 14.20 Команда: Если

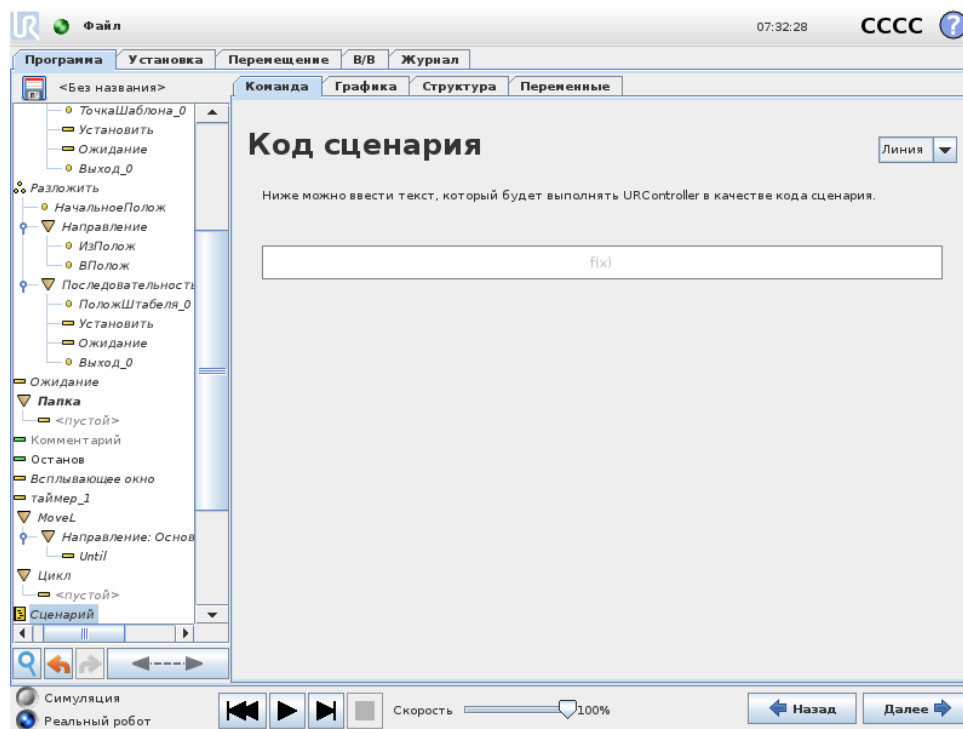


Используя конструкции команды если... иначе, можно изменить поведение робота, в зависимости от входных сигналов датчиков и значений переменных. Для описания условия, при котором робот следует выражениям данной команды Если, используйте редактор выражений. Если это условие будет определено как истинное, будут выполнены выражения данной команды Если.

Команда Если может содержать несколько выражений ВкИначеЕслиВъ, которые можно добавлять и удалять при помощи кнопок **Добавить ИначеЕсли** и **Удалить ИначеЕсли**. Команда Если может иметь только одно выражение **Иначе**.

Примечание: Вы можете выбрать флажок **Проверить выражение постоянно**, чтобы позволить проводить проверку условий команды Если и выражений ИначеЕсли во время выполнения строк, содержащихся в команде. Если выражение в команде Если после проверки окажется неверным, то дальше будет выполнена проверка выражений ИначеЕсли или Иначе.

## 14.21 Команда: Сценарий



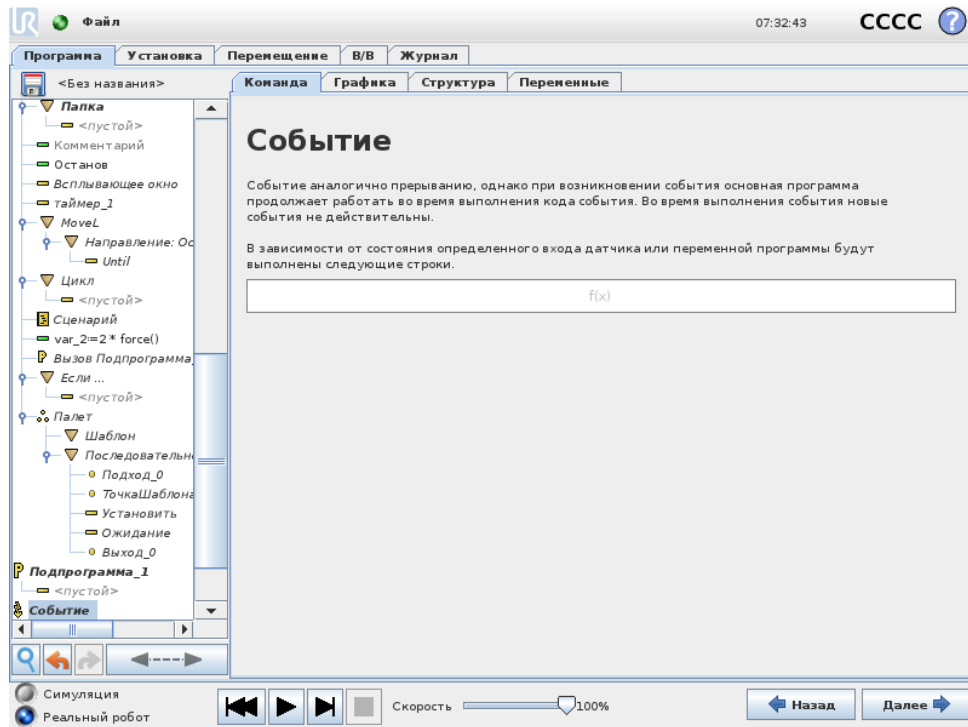
В разделе ВККомандаВ в раскрывающемся списке доступны следующие параметры:

- Строка позволяет составить одну строку кода URscript при помощи редактора выражений ( 12.1);
- Файл позволяет составлять, править или 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 PolyScore.

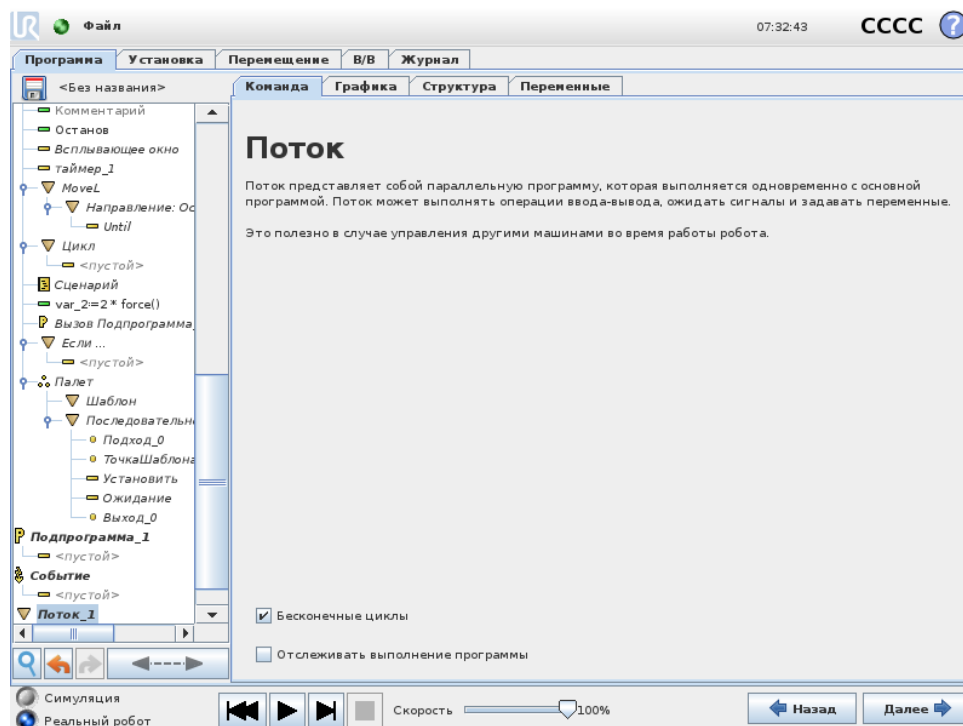
## 14.22 Команда: Событие



Событие можно использовать для отслеживания входного сигнала, а также для выполнения определенного действия или установки переменной, если входной сигнал становится высоким. Например, если входной сигнал становится высоким, программа, управляемая событиями, может подождать 200 мс, а затем снова сделать его низким. Это может значительно упростить код программы в случае, если переключение на внешней машине происходит по переднему фронту импульса, а не по высокому уровню входного сигнала. События проверяются один раз каждый управляющий цикл (8 мс) .

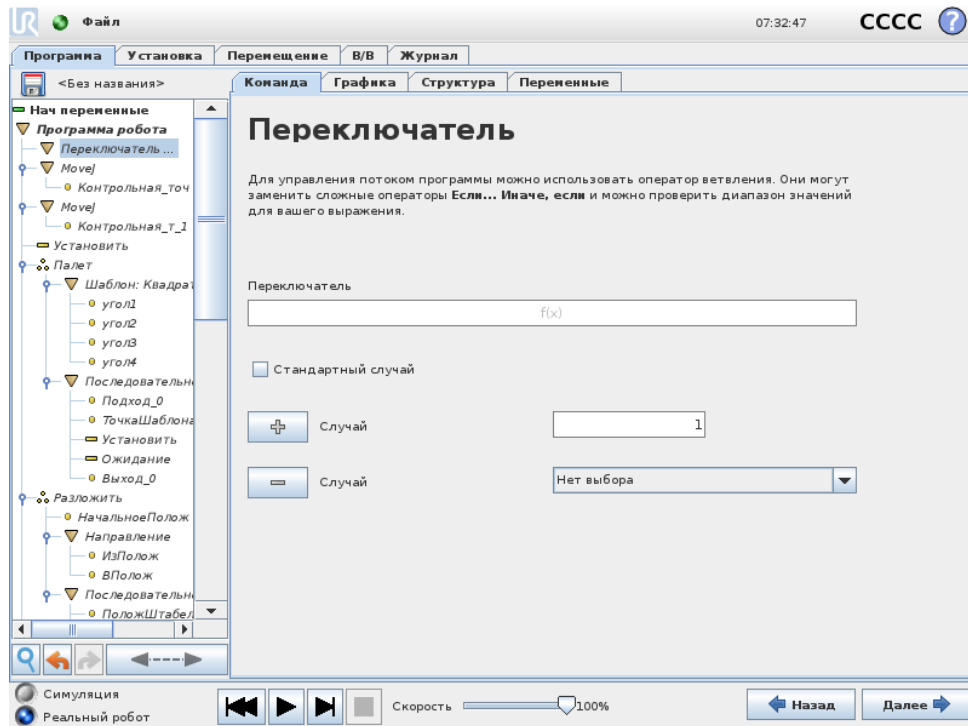


## 14.23 Команда: Поток



Поток—это процесс, выполняющийся параллельно с программой робота. Поток можно использовать для управления внешней машиной независимо от манипулятора робота. Поток может взаимодействовать с программой робота с помощью переменных и выходных сигналов.

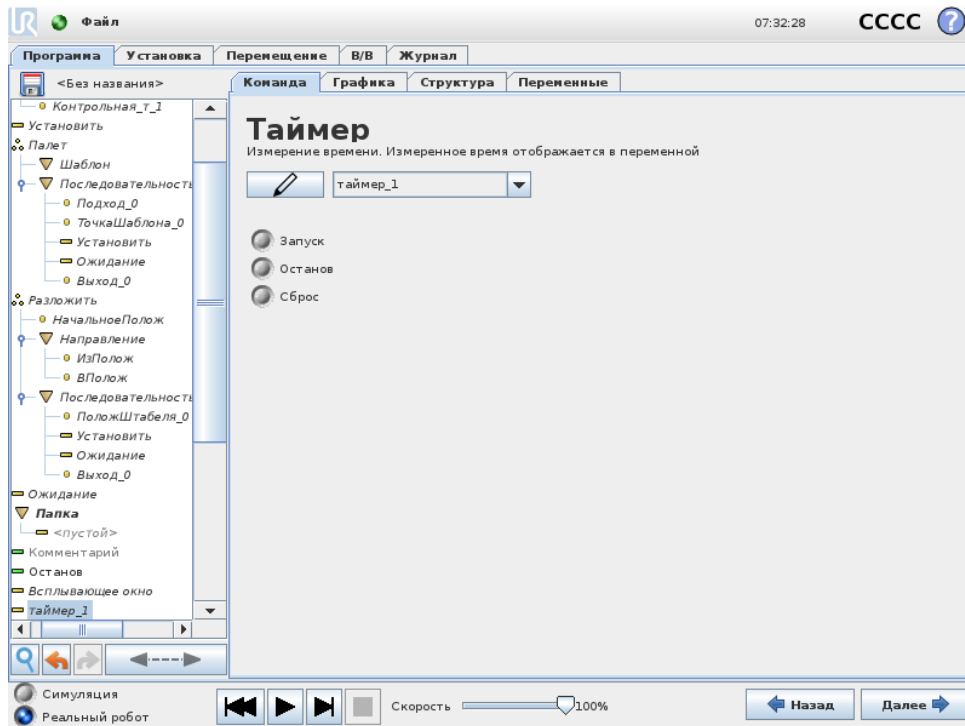
## 14.24 Команда: Переключатель



Конструкция Оператор ветвления может изменить направление движений робота, в зависимости от входных сигналов датчиков и значений переменных. Для описания основного условия и определения случаев, при которых робот должен перейти к выполнению дополнительных команд данного Переключателя используйте редактор выражений. Если будет определено, что это условие соответствует одному из данных случаев, строки в команде Случай будут выполняться. Если был указан Случай по умолчанию, то линии будут выполняться, только если не было найдено других соответствующих случаев.

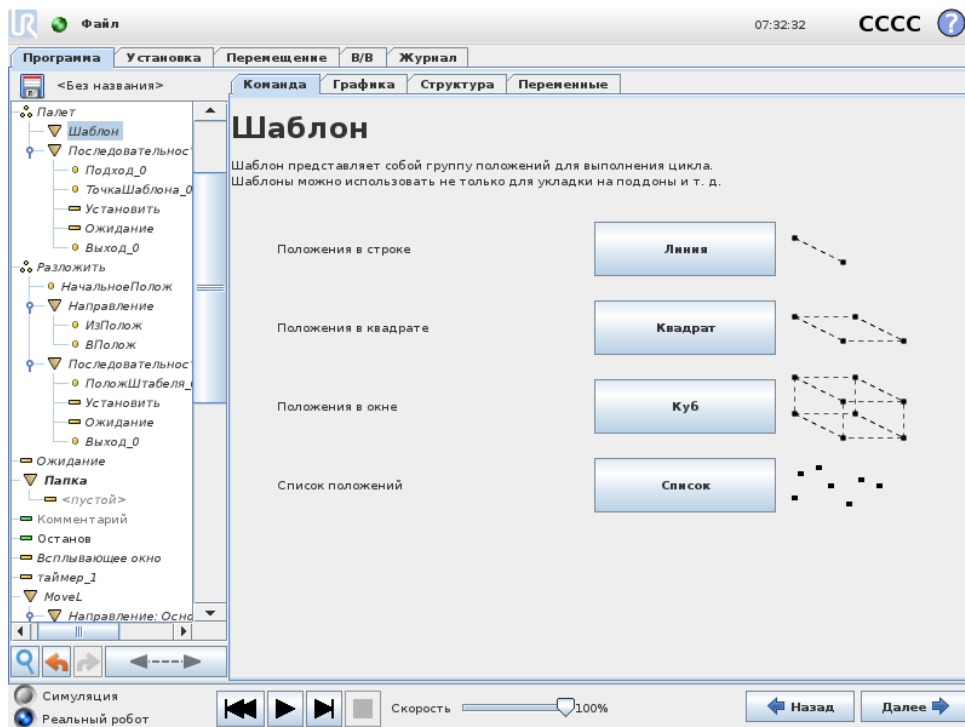
Каждый Переключатель может содержать несколько команд Случаи и одну команду Случай по умолчанию. Выключатели могут иметь только один экземпляр определенных значений Случай. Случаи можно добавить с помощью кнопок на экране. Команду Случай можно удалить из экрана для этого переключателя.

## 14.24.1 Таймер



Таймер измеряет время, необходимое для выполнения определенных действий программы.  
Программная переменная

## 14.25 Команда: Шаблон



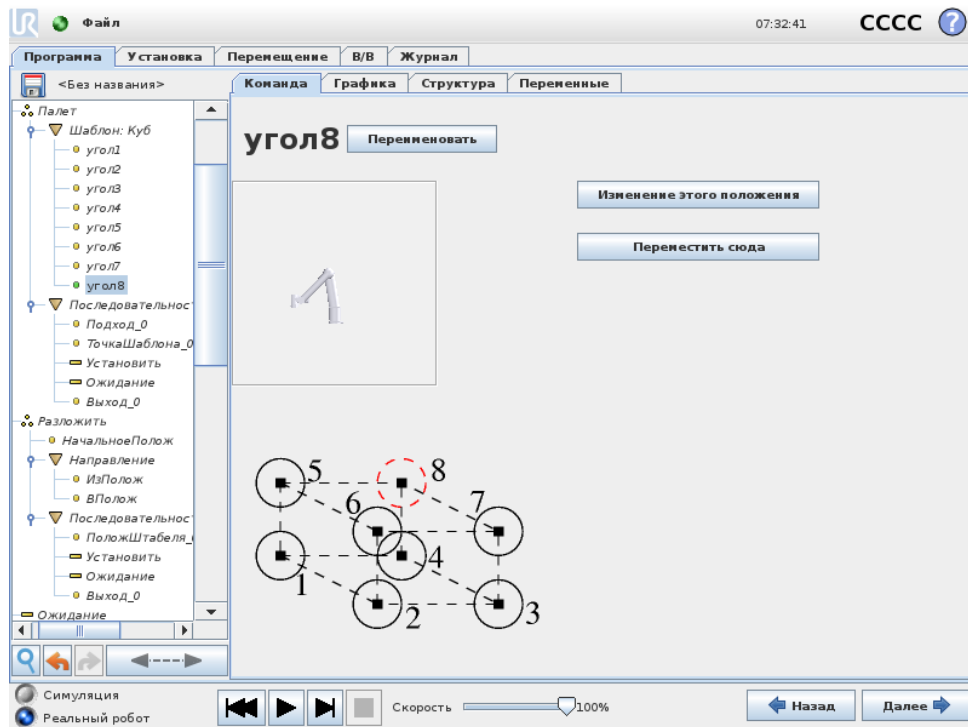
Команду Шаблон можно использовать для циклического перехода между положениями в программе робота. Команда Шаблон соответствует одному положению при каждом выполнении.

Можно задать один из четырех типов шаблона. Первые три, Линия, Квадрат или Куб можно использовать для положений в регулярном шаблоне. Правильные шаблоны определяются числом характеристических точек, где эти точки определяют границы шаблона. Для типа Линия это две концевые точки, для типа Квадрат — три из четырех угловых точек, а для типа Куб это четыре из восьми угловых точек. Программист вводит число положений по каждому краю шаблона. Затем контроллер робота рассчитывает отдельные положения шаблона, пропорционально складывая векторы границ.

Если положения, которые требуется пройти, не укладываются в рамки правильного шаблона, можно выбрать параметр Список, в котором будет представлен список всех положений, указанных программистом. Таким образом можно реализовать любую компоновку положений.

### Определение шаблона

При выборе шаблона Куб отобразится следующий экран.



Для определения стороны куба в шаблоне Куб используются три вектора. Эти три вектора представлены четырьмя точками, где первый вектор выходит из точки один в точку два, второй вектор — из точки два в точку три, а третий вектор — из точки три в точку четыре. Каждый вектор разделяется на количество чисел интервалов. Определенная позиция в шаблоне рассчитывается путем простого пропорционального сложения векторов интервалов.

Действия для шаблонов Линия и Куб аналогичны.

При переходе между позициями шаблона используется контерперменная. Имя переменной можно просмотреть на экране команды Шаблон. Переменная проходит через номера от

0 до  $X * Y * Z - 1$ , составляющие номера точек в шаблоне. Для управления переменной используются назначения, а саму переменную можно использовать в выражениях.

## 14.26 Команда: Усилие

В рабочей зоне робота принудительный режим позволяет выполнить совмещение и приложить усилие по выбранным осям. Все движения манипулятора робота по команде Усилие будут выполняться в принудительном режиме. Если движение манипулятора робота выполняется в принудительном режиме, можно выбрать одну или несколько осей, по которым движения манипулятора робота будут совмещены. Манипулятор робота согласовывает свои движения с окружающей средой вдоль осей совмещения. Это означает, что манипулятор робота автоматически регулирует свое положение, чтобы создать требуемое усилие. Кроме того, манипулятор робота может самостоятельно приложить усилие к своей среде, например к обрабатываемой детали.

Принудительный режим можно использовать, когда фактическое положение ЦТИ вдоль предустановленной оси не имеет значения, но необходимо обеспечить заданное усилие вдоль этой оси. Например, если ЦТИ робота проходит через изогнутую поверхность, вдавливая или извлекает обрабатываемую деталь. В принудительном режиме также можно приложить определенный крутящий момент вокруг заданных осей.

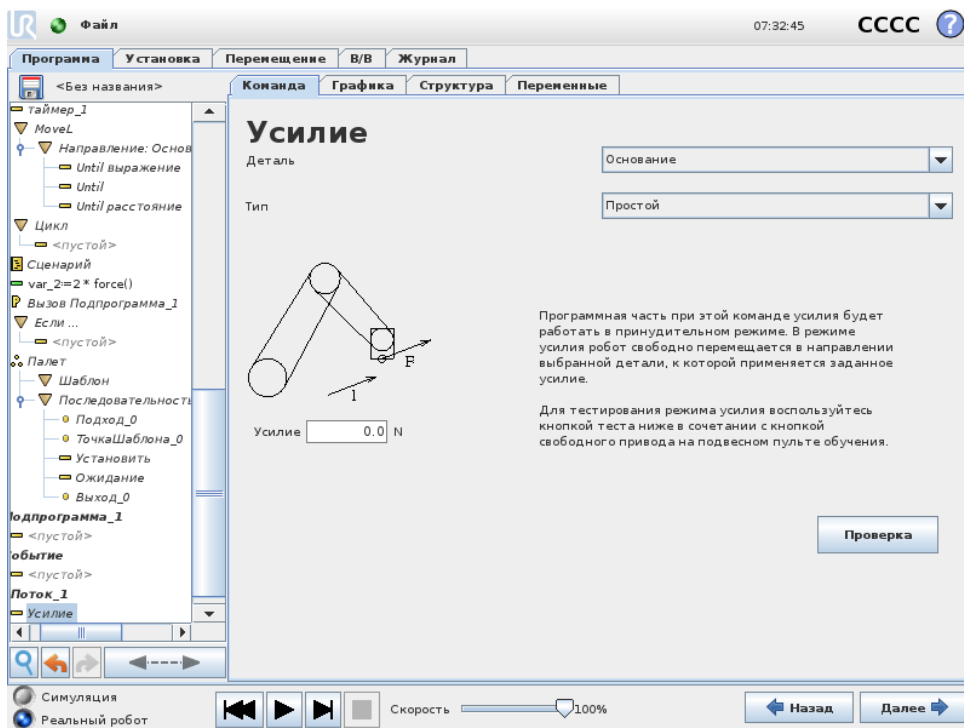
Примечание. Вдоль оси, на которой задано ненулевое усилие, не должно быть препятствий, так как манипулятор робота пытается ускорить свое движение вдоль этой оси.

Несмотря на то, что при выборе оси проводится ее совмещение, программа робота все равно пытается провести робота вдоль этой оси. Тем не менее, за счет управления усилием манипулятор робота может обеспечить требуемое усилие.



### ВНИМАНИЕ:

1. Не допускайте резкого снижения скорости непосредственно перед переходом в принудительный режим.
2. Не допускайте резкого снижения скорости в принудительном режиме, поскольку это снизит точность управления скоростью.
3. Не допускайте движений, параллельных осям совмещения, до перехода в принудительный режим.



## Выбор детали

В меню Деталь можно выбрать систему координат (оси), которые робот будет использовать при работе в принудительном режиме. В этом меню содержатся детали, определенные при установке (см. 13.12).

## Тип режима усилия

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

- Обычный: только одна ось будет совмещена в режиме усилия. Усилие вдоль этой оси можно будет отрегулировать. Требуемое усилие всегда будет прилагаться вдоль оси Z выбранной детали. Тем не менее, для деталей ВкЛинияВъ согласование будет выполняться вдоль оси Y.
- Рама: тип ВкРамаВъ дает более широкие возможности использования. Этот тип позволяет выбрать совмещение и усилие независимо по всем шести степеням свободы.
- Точка: при выборе типа ВкТочкаВъ в раме задачи создается ось Y в направлении от ЦТИ робота к начальной точке выбранной детали. Расстояние между ЦТИ робота и начальной точкой выбранной функции должно быть не меньше 10 мм. Обратите внимание, что рама задачи будет изменена во время выполнения по мере изменения положения ЦТИ робота. Оси X и Z рамы задачи зависят от исходного положения выбранной детали.
- Движение: движение означает, что рама задачи будет меняться с направлением движения ЦТИ. Ось X рамы задачи будет являться проекцией направления движения ЦТИ на плоскости, образованной осями X и Y выбранной детали. Ось Y будет находиться перпендикулярно движению манипулятора робота, а плоскость X-Y — выбранной детали. Это может быть полезно при близком проходе вдоль сложного пути, где требуется

приложить усилие перпендикулярно движению ЦТИ.

Примечание. Случаи, когда манипулятор робота не двигается: Если режим усилия выбран при неподвижном состоянии манипулятора робота, оси совмещения отсутствуют, пока скорость ЦТИ не будет выше нуля. Если в следующий раз в режиме усилия манипулятор робота снова будет находиться в неподвижном состоянии, ориентация рамы задачи будет совпадать с последним положением, когда скорость ЦТИ была выше нуля.

В случае последних трех типов фактическую раму задачи можно просмотреть во время выполнения на вкладке Графика (см. 14.31), если робот работает в принудительном режиме.

---

## Выбор значения усилия

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

Для параметров поступательного движения усилие задано в Ньютонах [Н], а для вращательных движение крутящий момент указан в Ньютон-метрах [Нм].



### ПРИМЕЧАНИЕ:

Выполните следующее:

- Используйте функцию сценария `get_tcp_force()` в отдельном потоке, чтобы считать показание фактического усилия и крутящего момента.
- Отрегулируйте вектор гаечного ключа, если фактическое значение усилия и/или крутящего момента ниже требуемого.

---

## Выбор пределов

Для всех осей можно задать предел, но он будет иметь разное значение для совместимых и несовместимых осей.

- Совместимый: Пределом является максимальная скорость ЦТИ, которую можно развить при движении вдоль или вокруг оси. Единицы измерения — [мм/с] и [град/с].
- Несовместимый: пределом является максимальное отклонение от траектории программы, которое допускается до защитного останова робота. Единицы измерения — [мм] и [град].

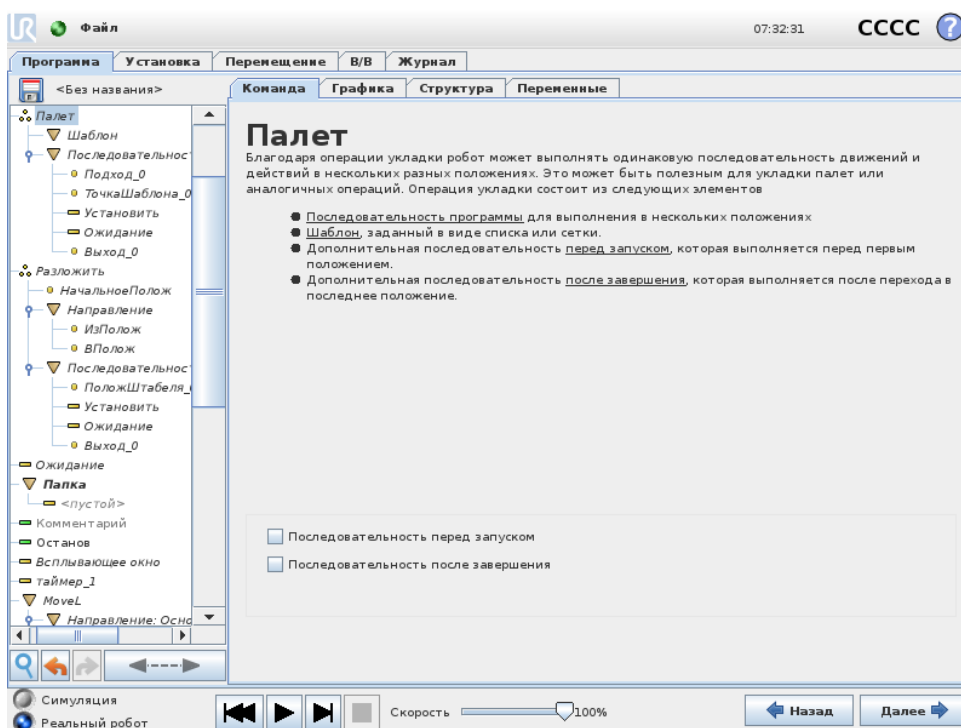
---

## Настройки тестового усилия

При включении и выключении кнопки Тест изменяется действие при нажатии кнопки свободного привода на задней стороне подвесного пульта обучения включение режима свободного привода или проверка команды усилия.

Если кнопка Тест включена, то при нажатии кнопки свободного привода на задней стороне подвесного пульта обучения робот будет вести себя так, словно программа дошла до этой команды усилия, и, таким образом, можно будет проверить настройки до фактического запуска программы. Такая возможность особенно полезна при проверке правильности выбора совместимых осей и усилия. Одной рукой удерживайте ЦТИ робота, а другой нажмите кнопку свободного привода и проверьте, в каких направлениях манипулятор робота может двигаться, а в каких – нет. После закрытия этого экрана кнопка Тест автоматически выключится, а это означает, что кнопка свободного привода на задней стороне подвесного пульта обучения снова будет использоваться для обычного режима свободного привода. Примечание: Кнопка свободного привода будет действовать только при выборе допустимой функции для команды усилия.

## 14.27 Команда: Платформа



Операция Платформа позволяет выполнять последовательность движений в нескольких местах, заданных в качестве шаблона (см. 14.25). В каждой позиции шаблона последовательность движений будет выполняться относительно позиции шаблона.

### Создание программы операции ВкПлатформаВъ

1. Определите шаблон.
2. Создайте Последовательность платформ для подбора и размещения в каждой отдельной точке. Эта последовательность описывает, что необходимо сделать в каждой позиции шаблона.
3. Для определения контрольных точек, которые должны соответствовать позициям шаблона, используйте переключатель на экране команд последовательности.



### Последовательность платформы/Закрепляемая последовательность

В узле Последовательность платформы движения манипулятора робота выполняются относительно положения платформы. Последовательность выполняется таким образом, что манипулятор робота оказывается в позиции, заданной шаблоном в положении якоря/точке шаблона. Все остальные позиции будут перемещены в соответствии с этой позицией. Не используйте команду Переместить внутри последовательности, так как ее не удастся соотнести с положением якоря.

### ВкПеред запускомВъ

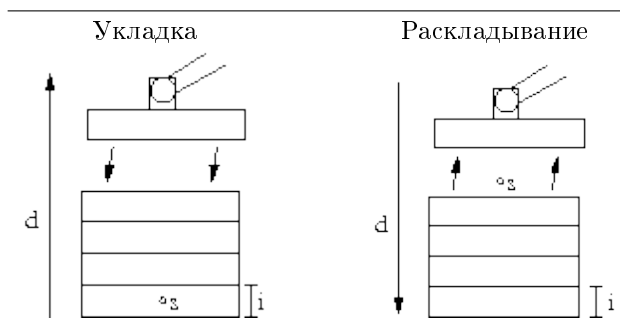
Дополнительная последовательность ПередЗапуском выполняется непосредственно перед запуском операции. Ее можно использовать для ожидания готовых сигналов.

### ВкПосле окончанияВъ

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

## 14.28 Команда: Поиск

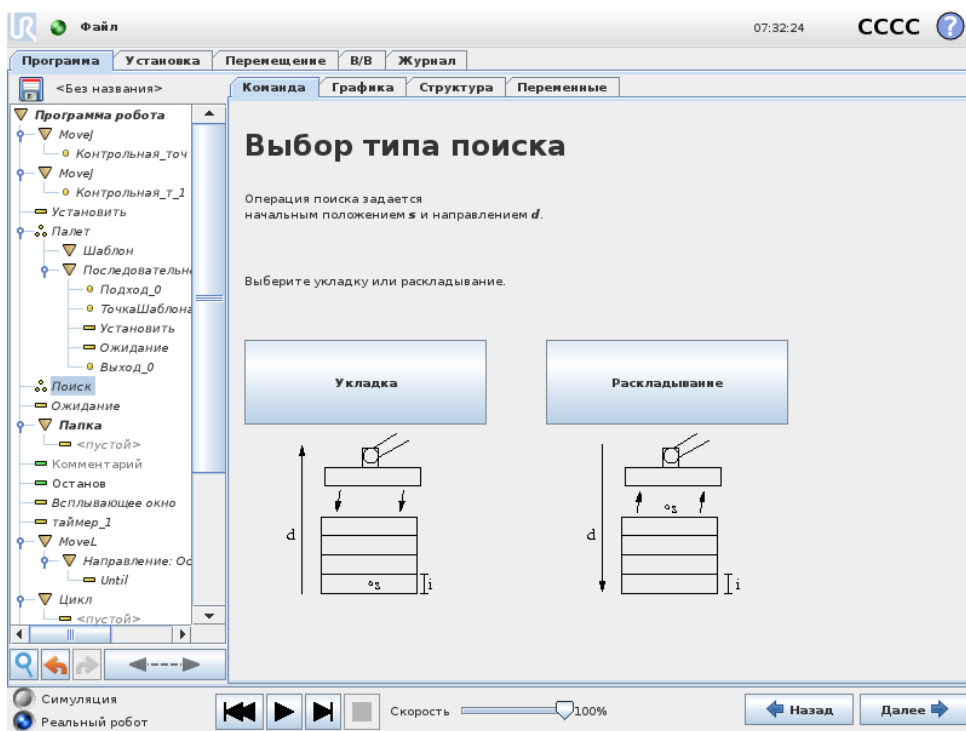
Функция поиска с помощью датчика определяет, достигнуто ли правильное положение, чтобы взять или положить объект. Датчиком может быть кнопочное реле, датчик давления или емкостный датчик. Эта функция предназначена для работы со штабелями объектов, содержащих объекты разной толщины, а также для случаев,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



При программировании операции поиска для работы со штабелями необходимо определить начальную точку  $s$ , направление штабелирования  $d$  и толщину объектов в штабеле  $i$ .

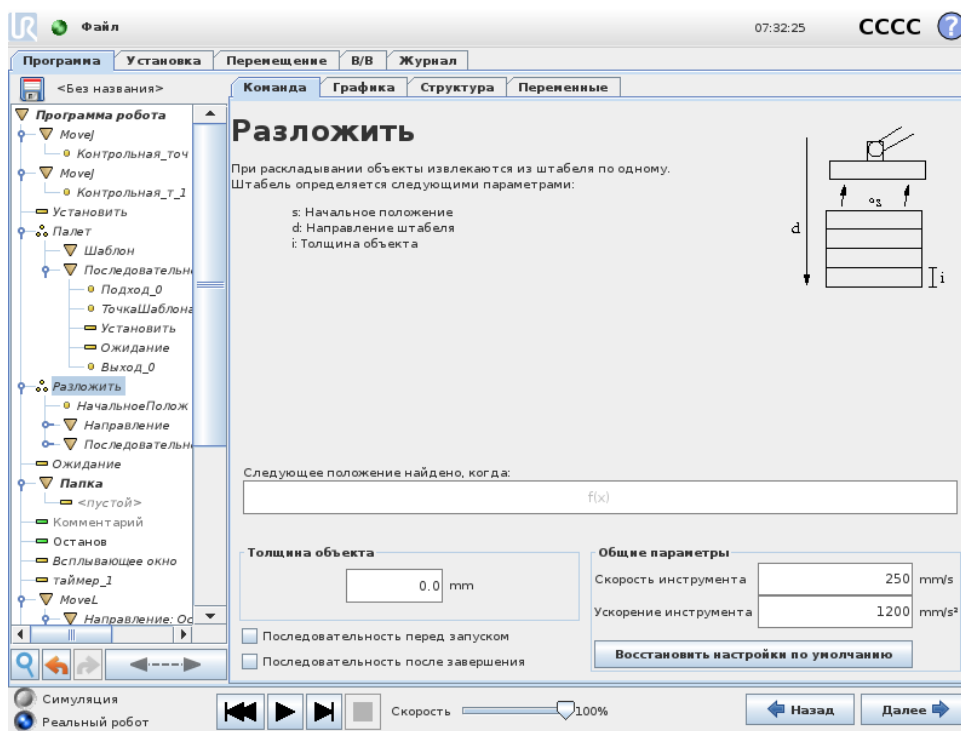
Кроме того, необходимо определить условие для достижения положения следующего штабеля, и особую последовательность программы, которая будет выполняться в каждом положении штабелирования. Необходимо также указать скорость и ускорение для движения, которое будет выполняться во время операции штабелирования.

Укладка



Во время укладки манипулятор робота перемещается в начальное положение, а затем движется в противоположном направлении, выполняя поиск следующего положения штабелирования. Обнаружив это положение, робот запоминает его и выполняет специальную последовательность. На следующем круге робот начинает поиск с запомненного положения с шагом, равным толщине объекта, в направлении укладки. Укладка завершается, когда высота штабеля превышает заданное число, или при подаче сигнала датчиком.

## Раскладывание

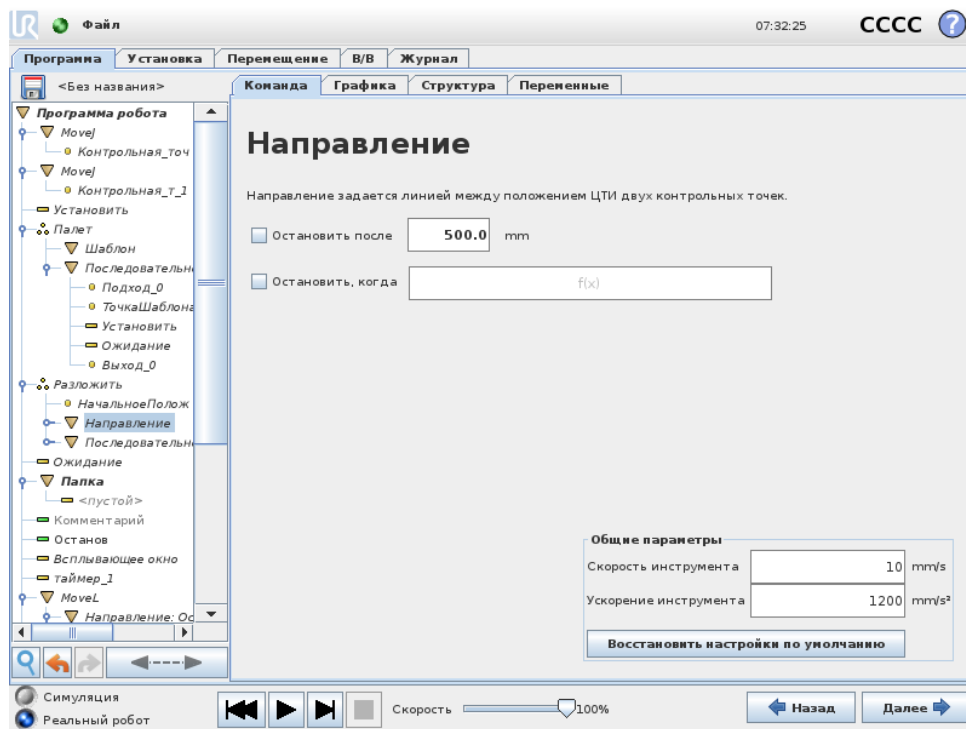


Во время раскладывания манипулятор робота перемещается в начальное положение в заданном направлении, выполняя поиск следующего объекта. Условие на экране определяет достижение следующего объекта. Обнаружив это положение, робот запоминает его и выполняет специальную последовательность. На следующем круге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

### Начальное положение

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

## Направление



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

Примечание: При расчете направления не учитывается ориентация точек.

### Выражение следующего положения штабелирования

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

### ВкПеред запускомВъ

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

### ВкПосле окончанияВъ

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

### Последовательность подбора/размещения

Последовательность подбора/размещения — это специальная последовательность программы, которая выполняется в каждом положении штабелирования, как и в случае с операцией платформы (см. 14.27).

## 14.29 Команда: Отслеживание конвейера

Робот может быть сконфигурирован для отслеживания одного сконфигурированного конвейера (Конвейера 1). Если определенное при установке Отслеживание конвейера сконфигурировано правильно, робот скорректирует свои движения, чтобы следовать за конвейером. Узел программы Отслеживание конвейера доступен из вкладки Мастера во вкладке Структура. Все движения в рамках данного узла разрешены во время отслеживания конвейера, но они относятся к движению конвейерной ленты. Настройка отслеживания конвейера во вкладке Установка (см. раздел 13.13) предоставляет опции для конфигурирования робота на работу с кодовыми датчиками абсолютного положения и приращения (инкрементальные), а также линейными и кольцевыми конвейерами.



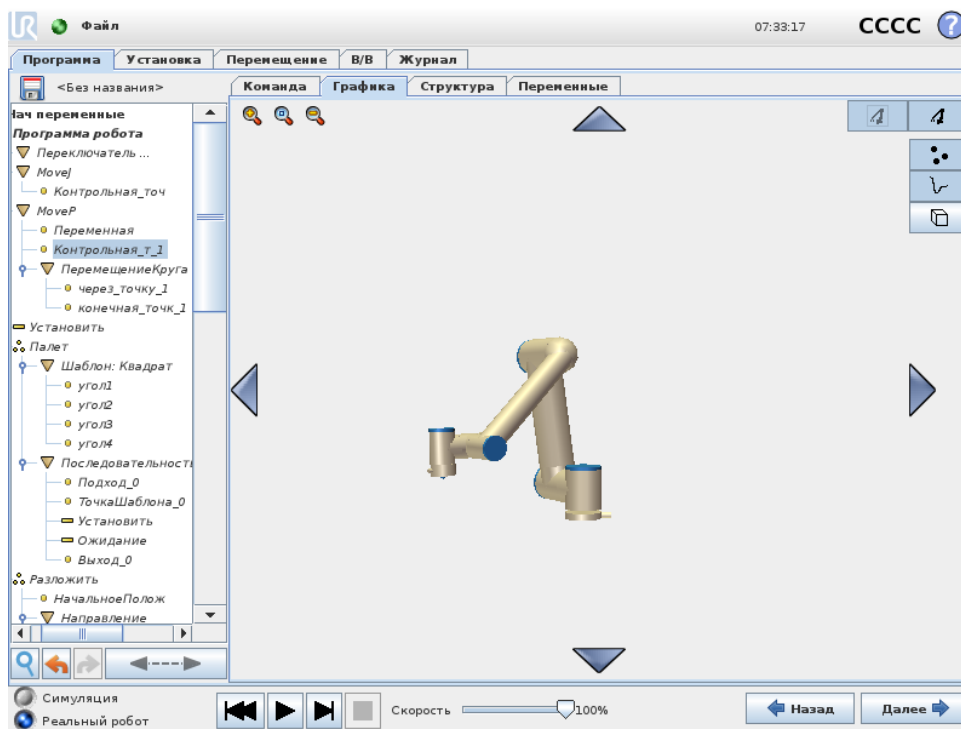
### ПРИМЕЧАНИЕ:

В Блоке управления может содержать только один инкрементальный датчик, который должен использоваться с одним конвейером (Конвейером 1).

## 14.30 Команда: Скрыть

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

## 14.31 Вкладка ВкГрафикаВъ



Графическое представление текущей программы робота. Траектория ЦТИ отображается в трехмерной модели, в которой сегменты движения показаны черным цветом, а сегменты

круговых движений (переходы между сегментами движения) – зеленым. Зеленые точки обозначают положения ЦТИ в каждой контрольной точке программы. Трехмерное изображение манипулятора робота показывает текущее положение манипулятора робота, а затененные участки манипулятора робота показывают, по какой траектории манипулятор робота собирается перейти к контрольной точке, выбранной в левой части экрана.

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

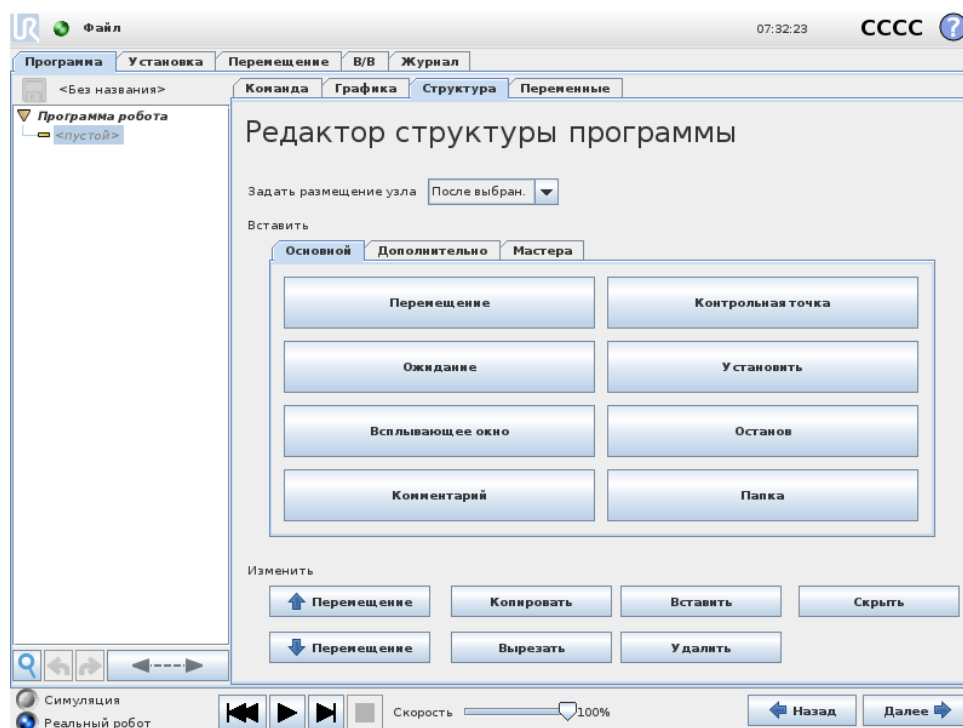
Примечание. При выполнении программы роботом, визуализация пределов границ будет отключена.

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

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

Трехмерную модель можно увеличить и повернуть, чтобы выбрать более удобный угол обзора манипулятора робота. С помощью кнопок в правой верхней части экрана можно отключать различные графические компоненты трехмерной модели. Нажатие нижней кнопки переключает видимость ближайших пределов границ. Показанные узлы движения зависят от выбранного узла программы. Если выбран узел Переместить, отобразится траектория движения, определенного этим перемещением. Если выбран узел Контрольная точка, на дисплее отобразятся следующие ~ 10 этапов перемещения.

## 14.32 Вкладка ВкСтруктураВъ



На вкладке структуры программы можно вставить, переместить, скопировать и удалить различные типы команд.

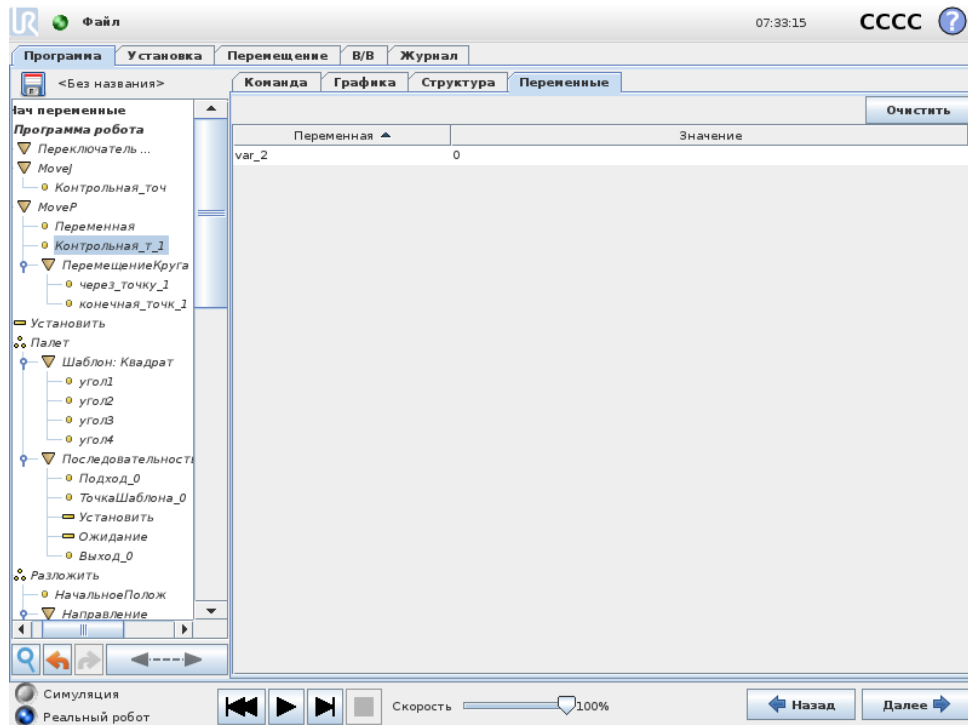
Чтобы вставить новые команды, выполните следующие действия:

1. Выберите существующую команду программы.
2. Укажите место для вставки новой команды: перед выбранной командой или после нее.
3. Нажмите кнопку типа команды, которую требуется вставить. Чтобы выполнить дополнительную настройку новой команды, перейдите на вкладку Команда.

Команды можно перемещать, клонировать и удалять с помощью кнопок в рамке редактирования. Если команда имеет подчиненные команды (рядом с командой изображен символ треугольника), все подчиненные команды также будут перемещены, клонированы или удалены.

В некоторых случаях команду не удастся вставить в требуемое место в программе. Контрольные точки должны быть включены в команду ВкПереместитьВъ (не обязательно в первых строках). Команды ИначеЕсли и Иначе должны присутствовать после Если. Как правило, перемещение команд ИначеЕсли может привести к нарушению структуры программы. Для использования переменных сначала необходимо присвоить им значения.

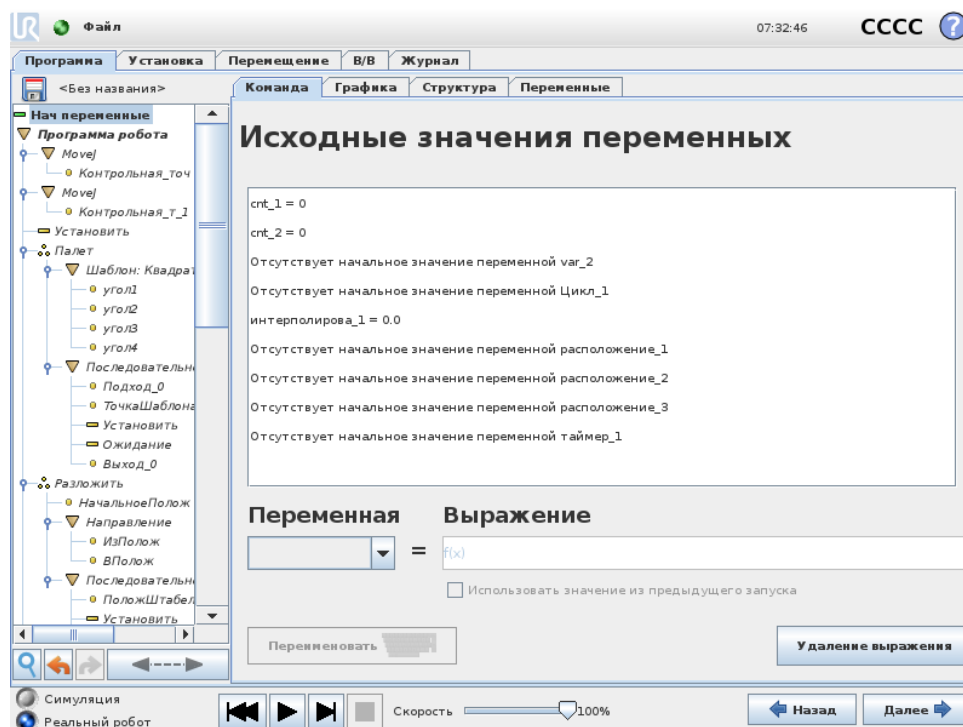
### 14.33 Вкладка ВкПеременныеВъ



На вкладке Переменные отображаются актуальные значения переменных в выполняемой программе, а также хранится список переменных и их значений между выполнениями программы. Она отображается только когда задана информация для отображения на ней. Сортировка переменных осуществляется по их именам, в алфавитном порядке. Имена переменных при отображении на экране содержат не более 50 символов, а значения переменных — не более 500 символов.



## 14.34 Команда: Инициализация переменных



На этом экране можно настроить переменные до начала выполнения программы (и любых потоков).

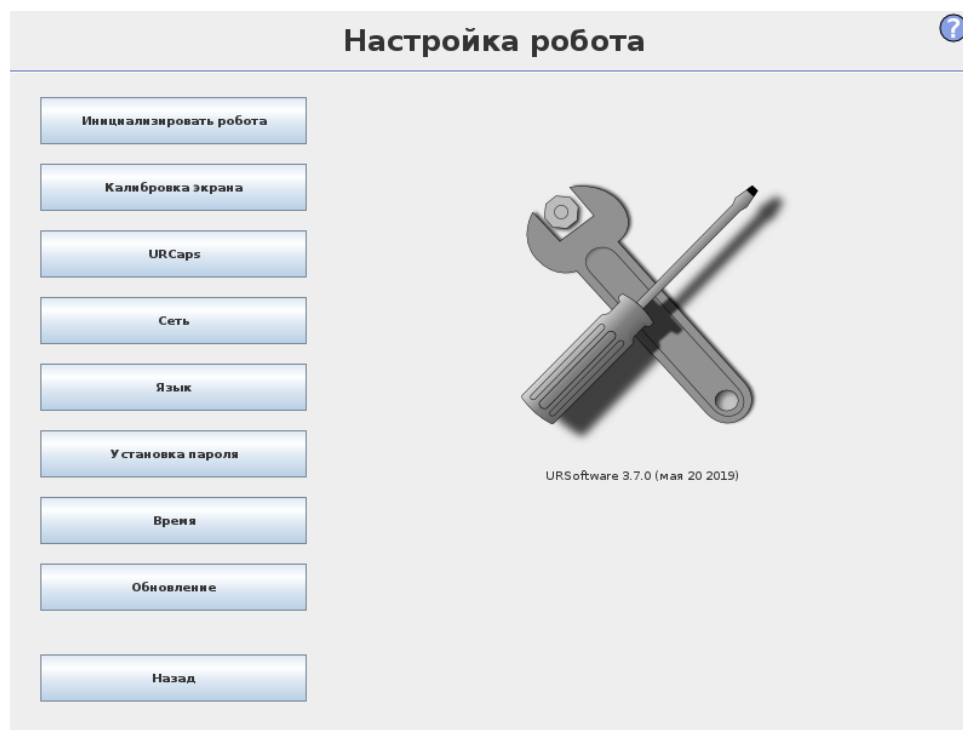
Выберите переменную в списке переменных, щелкнув ее или введя в поле для выбора переменных. Для выбранной переменной можно ввести выражение, которое будет использоваться для установки значения переменной при запуске программы.

Если выбран флажок *Использовать значение из предыдущего запуска*, то переменная будет инициализирована со значением, указанным во вкладке *Переменные* (см. 14.33). Это позволит сохранять значения переменных между запусками программы. Переменная получит свое значение из выражения при первом запуске программы, а также после очистки вкладки значений.

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

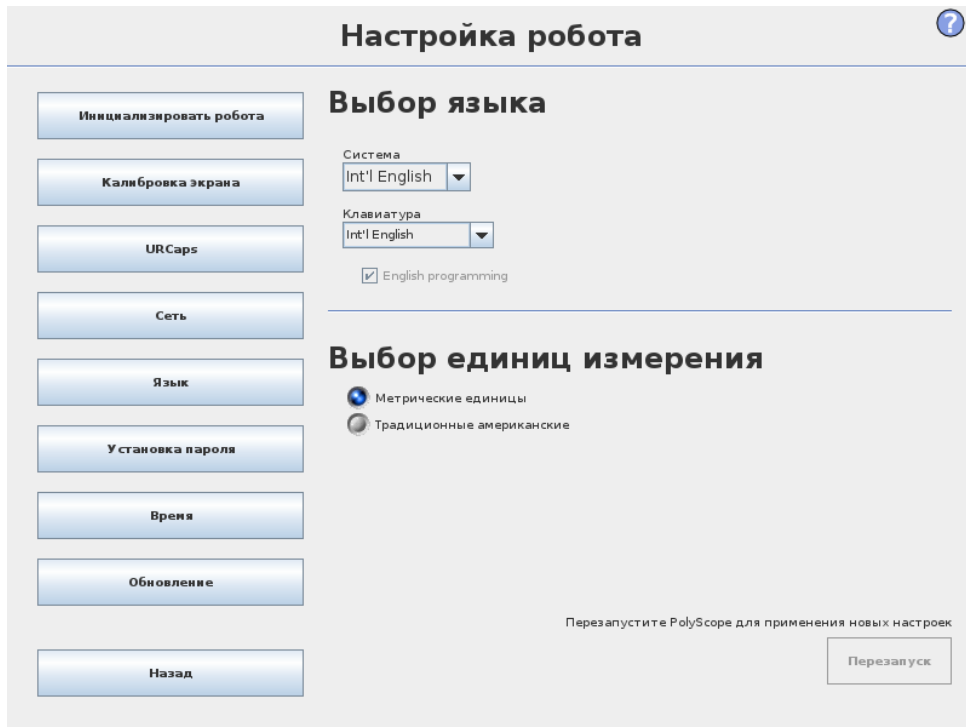


## 15 Экран настройки



- Инициализировать робота Переход к экрану инициализации. См. 11.5.
- Язык и единицы измерения Конфигурирование языка и единиц измерения интерфейса пользователя, см. 15.1.
- Обновление робота Установка более новой версии программного обеспечения робота, см. 15.2.
- Установка пароля Возможность блокировки программируемой части робота от доступа лицами, у которых отсутствует пароль. См. 15.3.
- Калибровка экрана Калибровка ВксенсораВъ в сенсорном экране. См. 15.4.
- Настройка сети Переход к интерфейсу для настройки сети Ethernet для блока управления робота. См. 15.5.
- Настройка времени Установка времени и даты системы и конфигурирование форматов отображения часов, см. 15.6.
- Настройка URCaps Обзор установленного URCaps, а также опции по установке и удалению, см. 15.7.
- Назад Переход к экрану приветствия.

## 15.1 Язык и единицы измерения

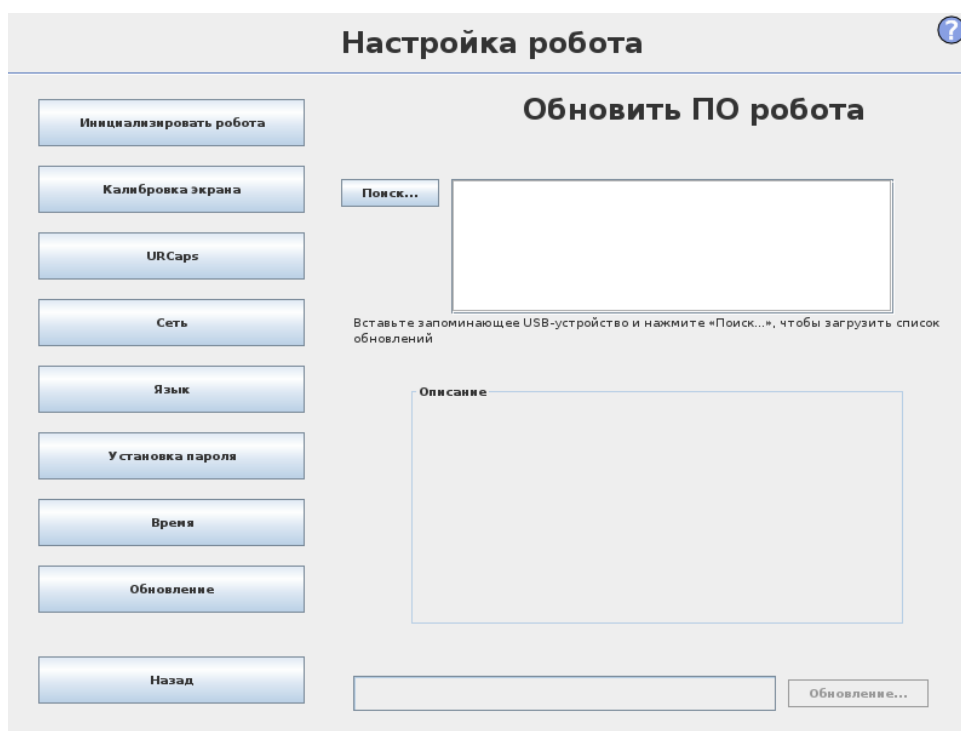


Выбор языка, единиц измерения и языка клавиатуры в PolyScore выполняется на данном экране.

Выбранный будет использоваться для видимого текста на различных экранах PolyScore, а также для встроенной справки. Установите флажок Включить программирование на английском языке, чтобы использовать команды робота на английском языке. Чтобы это изменение вступило в силу, потребуется перезагрузить PolyScore.

Выбранный язык клавиатуры будет использоваться во всех всплывающих клавиатурах в PolyScore.

## 15.2 Обновить робота



Обновления программного обеспечения можно установить с USB-накопителя. Вставьте USB-накопитель и нажмите Поиск, чтобы просмотреть его содержимое. Для выполнения обновления выберите файл, нажмите Обновить и следуйте инструкциям.

**ВНИМАНИЕ:**

Всегда выполняйте проверку программ после обновления ПО. Обновление может привести к изменению траекторий в программах. Для просмотра обновленных данных ПО нажмите кнопку Вк?Въ, расположенную в правом верхнем углу графического интерфейса. Аппаратные требования остаются теми же и приведены в исходном руководстве.

## 15.3 Установка пароля

Поддерживается использование двух паролей. Первый пароль является необязательным системным паролем, который предназначен для предотвращения случаев несанкционированного изменения установки робота. В случае установки пароля системы программы можно будет загружать и выполнять без пароля, но для создания или изменения программ потребуется ввод пароля.

Второй пароль является обязательным паролем безопасности, ввод которого требуется для изменения конфигурации безопасности.



**ПРИМЕЧАНИЕ:**

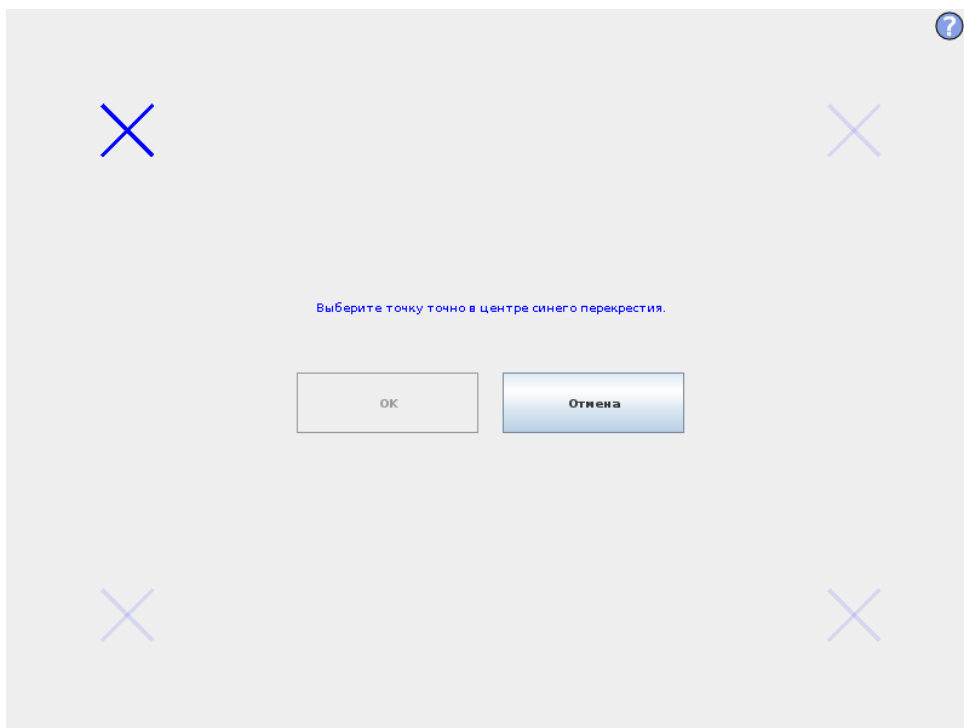
Для изменения конфигурации безопасности требуется задать пароль безопасности.



**ВНИМАНИЕ:**

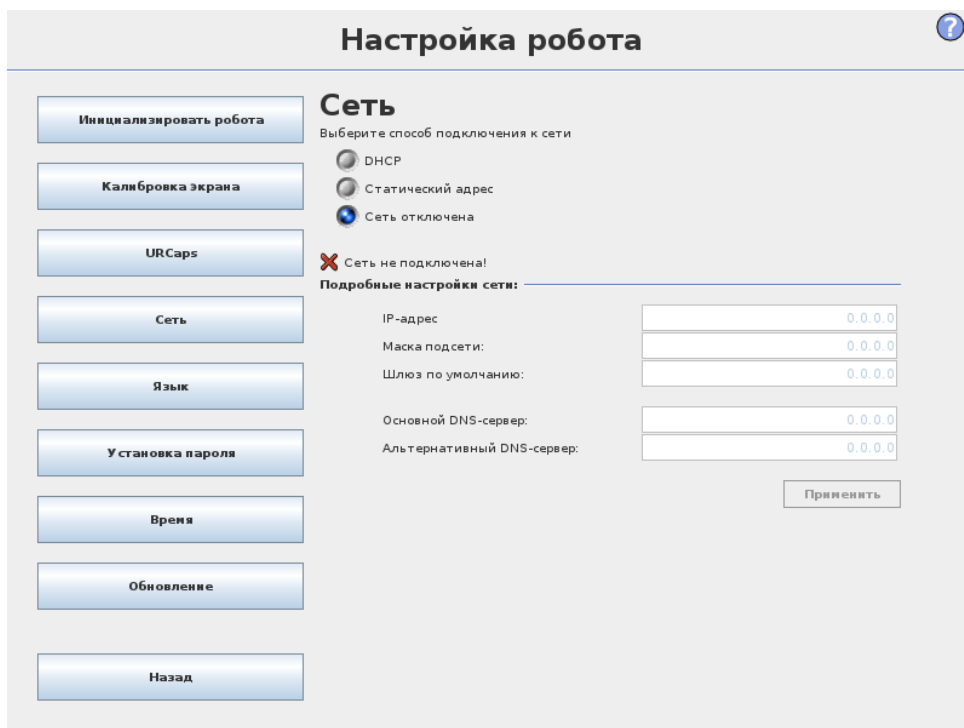
Создайте пароль системы для предотвращения несанкционированного изменения установки робота.

## 15.4 Калибровка экрана



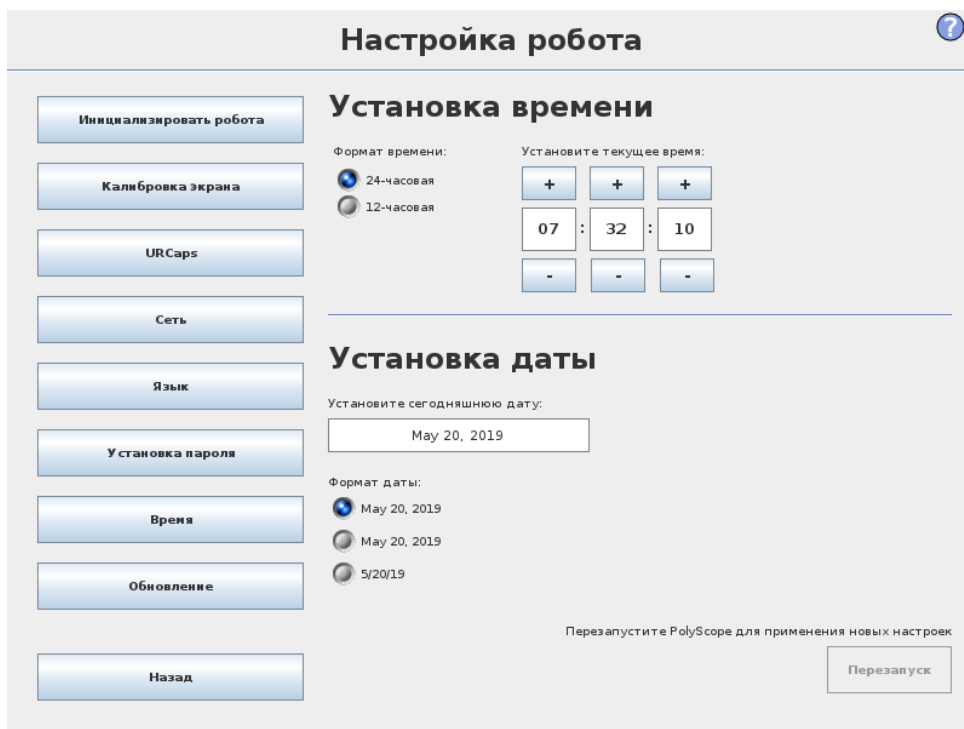
Калибровка сенсорного экрана. Чтобы выполнить калибровку сенсорного экрана, следуйте указаниям на экране. Рекомендуется использовать заостренный неметаллический предмет, например, ручку с закрытым колпачком. Будьте терпеливы и аккуратны, чтобы правильно выполнить калибровку.

## 15.5 Настройка сети



Панель для настройки сети Ethernet. Соединение Ethernet не требуется для выполнения основных функций робота, и по умолчанию отключено.

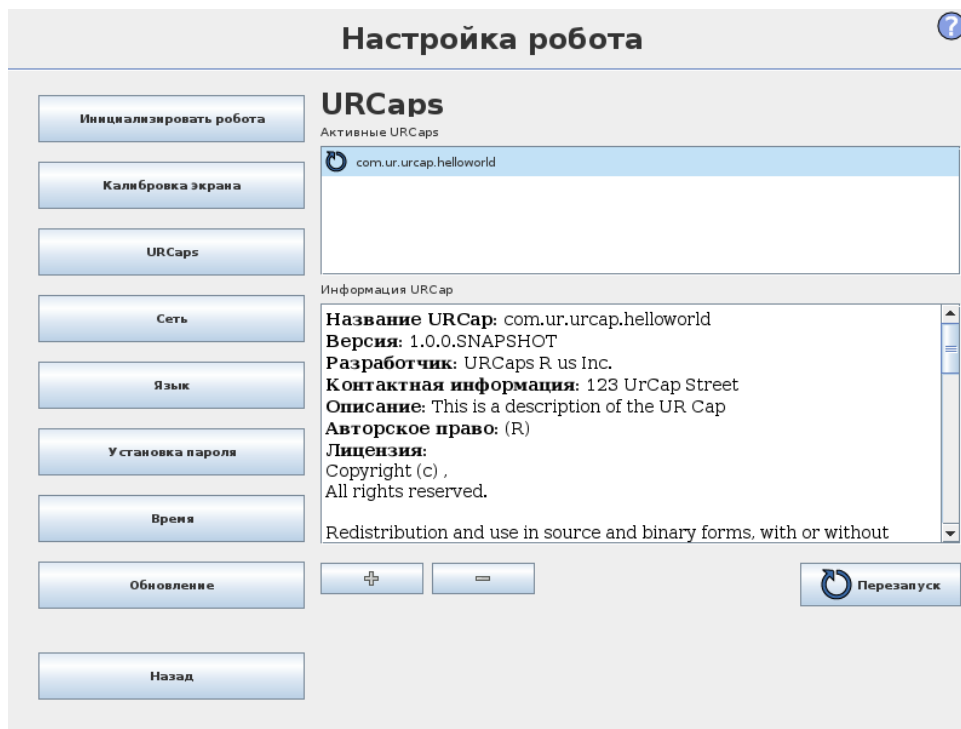
## 15.6 Установка времени





Установите системное время и дату и настройте форматы отображения часов. Часы отображаются в верхней части экранов Запустить программу и Программа робот. При касании часов кратко отобразится текущая дата. Чтобы это изменение вступило в силу, потребуется перезагрузить графический интерфейс пользователя.

## 15.7 Установка URCaps






В верхнем перечне обзора установленных компонентов представлен URСар. При щелчке на URСар в поле под списком Информация URСар отображаются мета данные (включая имя URСар, версию, лицензию и т.д.).

Щелкните + кнопку в нижней части экрана для установки нового URСар. Выберите файл .urcap. Щелкните Открыть и в PolyScore отобразится экран установки. Установится выбранный URСар и после этого появится соответствующая запись в списке. При установке или удалении URСарс требуется перезагрузка PolyScore, поэтому кнопка Перезагрузка будет активна.

Чтобы удалить URСар, просто выберите URСар в списке и щелкните - кнопку. При этом URСар пропадет из списка, но все еще будет требоваться перезагрузка.

Значок рядом с записью в списке отображает состояние URСар. Описание различных состояний приведено ниже:

-  URСар ок: URСар установлен и работает нормально.
-  Сбой URСар: URСар установлен, но не может быть запущен. Обратитесь к разработчику URСар.
-  Требуется перезагрузка URСар: URСар установлен и требуется перезагрузка.