



РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

HEX

Силовой моментный датчик

Для универсальных роботов

Издание E12

OnRobot FT URCap Plugin, версия 4.0.0

Сентябрь 2018 г.

Содержание

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Введение | 6 |
| 1.1 | Целевая аудитория | 6 |
| 1.2 | Назначение | 6 |
| 1.3 | Важное замечание по безопасности | 6 |
| 1.4 | Предупреждающие обозначения | 6 |
| 1.5 | Типографские обозначения | 7 |
| 2 | Начало работы | 8 |
| 2.1 | Комплект поставки | 8 |
| 2.1.1 | Комплект OnRobot (OptoForce) UR Kit (v1) | 8 |
| 2.1.2 | Комплект OnRobot UR (v2) | 8 |
| 2.2 | Описание датчика | 9 |
| 2.2.1 | HEX-E v1 и HEX-H v1 | 9 |
| 2.2.2 | HEX-E v2 и HEX-H v2 | 10 |
| 2.3 | Крепление | 11 |
| 2.3.1 | HEX-E v1 и HEX-H v1 | 11 |
| 2.3.2 | HEX-E v2 и HEX-H v2 | 11 |
| 2.4 | Кабельные подключения | 12 |
| 2.5 | Совместимость UR | 14 |
| 2.6 | Установка плагина URCap | 14 |
| 2.7 | Настройка плагина URCap | 16 |
| 3 | Использование плагина URCap | 19 |
| 3.1 | Переменные обратной связи OnRobot | 19 |
| 3.1.1 | Влияние положения TCP | 22 |
| 3.2 | Панель инструментов режима ручного управления Hand Guide OnRobot .. | 23 |
| 3.3 | Команды OnRobot URCap | 25 |
| 3.3.1 | Ф/Т Центр | 25 |
| 3.3.2 | Ф/Т Контроль | 27 |
| 3.3.3 | Ф/Т Укладка в стопку | 31 |
| 3.3.4 | Ф/Т Зафиксировать и повернуть | 36 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.3.5 | F/T Защита..... | 40 |
| 3.3.6 | F/T Вставить ящик..... | 42 |
| 3.3.7 | F/T Вставить деталь | 44 |
| 3.3.8 | F/T Перемещение..... | 46 |
| 3.3.9 | F/T Путь | 49 |
| 3.3.10 | F/T Поиск..... | 51 |
| 3.3.11 | F/T Промежуточная точка..... | 53 |
| 3.3.12 | F/T Ноль | 55 |
| 3.3.13 | F/T Установить нагрузку..... | 56 |
| 3.4 | Примеры задач | 57 |
| 3.4.1 | Обнаружение столкновений | 57 |
| 3.4.2 | Обнаружение центральной точки | 57 |
| 3.4.3 | Полировка и пескоструйная обработка..... | 58 |
| 3.4.4 | Паллетирование | 59 |
| 3.4.5 | Вставка стержня | 60 |
| 3.4.6 | Вставка коробки | 60 |
| 3.4.7 | Зафиксировать и повернуть | 60 |
| 4 | Словарь терминов | 61 |
| 5 | Список акронимов | 62 |
| 6 | Приложение | 63 |
| 6.1 | Изменение IP-адреса вычислительного блока Compute Box | 63 |
| 6.2 | Обновление ПО вычислительного блока | 64 |
| 6.3 | Удаление ПО | 64 |
| 6.4 | Возвращаемые значения | 65 |
| 6.4.1 | Возвращаемые значения команды F/T Центр..... | 65 |
| 6.4.2 | Возвращаемые значения команды F/T Зафиксировать и повернуть.. | 65 |
| 6.4.3 | Возвращаемые значения команды F/T Вставить ящик | 65 |
| 6.4.4 | Возвращаемые значения команды F/T Вставить деталь..... | 66 |
| 6.4.5 | Возвращаемые значения команды F/T Перемещение | 66 |
| 6.4.6 | Возвращаемые значения команды F/T Поиск..... | 67 |

| | | |
|--------|--|----|
| 6.4.7 | Возвращаемые значения команды F/T Укладка в стопку | 67 |
| 6.5 | Поиск и устранение неисправностей | 69 |
| 6.5.1 | Ошибка настройки плагина URCap | 69 |
| 6.5.2 | Слишком близко к вырожденной конфигурации | 73 |
| 6.5.3 | Предупреждающий значок на панели Hand Guide. | 73 |
| 6.5.4 | «socket_read_binary_integer: задержка» | 73 |
| 6.5.5 | «Не удалось открыть сокет vectorStream» | 74 |
| 6.5.6 | Скорость воспроизведения пути ниже ожидаемой | 74 |
| 6.5.7 | «Ошибка: -2» при сохранении пути..... | 74 |
| 6.5.8 | «Ошибка: -3» при сохранении пути..... | 74 |
| 6.5.9 | «Неизвестный тип датчика»..... | 75 |
| 6.5.10 | «Датчик не отвечает»..... | 75 |
| 6.6 | Декларации и сертификаты | 76 |
| 6.7 | Издания | 79 |

© 2017–2018 OnRobot A/S. Все права защищены. Никакая часть данного документа не может быть воспроизведена в любой форме и любым способом без предварительного письменного разрешения OnRobot A/S.

Информация, представленная в данном документе, актуальна на момент публикации, насколько это нам известно. Возможны расхождения сведений, приведенных в данном документе, и фактических характеристик продукта, если продукт был модифицирован после даты выпуска текущего издания документа.

Компания OnRobot A/S не несет какой-либо ответственности за ошибки или пропуски, содержащиеся в данном документе. Ни при каких обстоятельствах компания OnRobot A/S не несет ответственности за потери или повреждения для лиц или собственности, связанные с использованием данного документа.

Приведенная в данном документе информация может быть изменена без дополнительного уведомления. Наиболее актуальную версию данного документа можно найти на веб-сайте по адресу: <https://onrobot.com/>.

Оригинальная версия данного документа издана на английском языке. Версии на всех других языках были переведены с английского языка.

Все торговые марки принадлежат соответствующим владельцам. Обозначения ® и ™ опущены.

1 Введение

1.1 Целевая аудитория

Данный документ предназначен для интеграторов, выполняющих проектирование и установку комплексных робототехнических систем. Персонал, работающий с датчиком, должен обладать следующей квалификацией:

1. Базовые знания механических систем
2. Базовые знания электронных и электрических систем
3. Базовые знание робототехнических систем

1.2 Назначение

Датчик предназначен для установки на рабочем органе робота и измерения силы и крутящего момента. Датчик может использоваться в пределах указанного диапазона измеряемых значений. Использование датчика вне указанного диапазона рассматривается как ненадлежащее использование. В этом случае компания OnRobot не несет ответственности за возможные повреждения или травмы.

1.3 Важное замечание по безопасности

Датчик является *частично собранным оборудованием*, поэтому для каждого использования датчика в составе оборудования требуется оценка рисков. Важно соблюдать все приведенные здесь указания по безопасности. Приведенные указания по безопасности относятся только к самому датчику и не охватывают оборудование в сборе, в котором используется датчик.

Оборудование в сборе должно проектироваться и устанавливаться в соответствии с правилами безопасности, которые определяются стандартами и нормативами в стране использования оборудования.

1.4 Предупреждающие обозначения



ОПАСНОСТЬ:

Этот знак указывает на крайне опасную ситуацию, которая может привести к травме или смерти.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Этот знак указывает на потенциально опасную ситуацию с электрическими компонентами, которая может привести к травме или повреждению оборудования.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**

Этот знак указывает на потенциально опасную ситуацию, которая может привести к травме или серьезному повреждению оборудования.

**ВНИМАНИЕ:**

Этот знак указывает на ситуацию, которая может привести к повреждению оборудования.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Этим знаком обозначается дополнительная информация, например, советы или рекомендации.

1.5 Типографские обозначения

В данном документе используются следующие типографские обозначения.

Таблица 1: Обозначения

| | |
|--------------------------------------|---|
| Текст, набранный шрифтом Courier | Пути к файлам, имена файлов, программный код, вводимые пользователем команды и данные, выводимые компьютером. |
| <i>Курсив</i> | Цитаты и ссылки на изображения в тексте. |
| Полужирный текст | Элементы пользовательского интерфейса, включая надписи на кнопках и пункты меню. |
| Полужирный текст синего цвета | Внешние ссылки или внутренние перекрестные ссылки. |
| <угловые скобки> | Имена переменных, которые следует заменить реальными значениями или строками. |
| 1. Нумерованные списки | Шаги сценария. |
| A. Алфавитные списки | Подписи к изображениям на выносках. |

2 Начало работы

2.1 Комплект поставки

В комплект поставки датчика Universal Robots OnRobot HEX Sensor Kit входит все необходимое для установки силомоментного датчика OnRobot на ваш универсальный робот (UR).

В зависимости от версии аппаратной части датчика существует два варианта комплекта для универсальных роботов OnRobot Universal Robots (UR) Kit.

2.1.1 Комплект OnRobot (OptoForce) UR Kit (v1)

В состав комплекта OnRobot (OptoForce) UR Kit v1 входят следующие компоненты:

- шестиосевой силомоментный датчик OnRobot (OptoForce) (вариант HEX-E v1 или HEX-H v1);
- вычислительный блок OnRobot (OptoForce) Compute Box;
- USB-носитель OnRobot (OptoForce);
- адаптер A;
- перегрузочная заглушка;
- кабель датчика (четырёхконтактный M8 — четырёхконтактный M8, 5 м);
- кабель питания вычислительного блока Compute Box (трехконтактный M8 — без разъема);
- источник питания вычислительного блока Compute Box;
- кабель UTP (RJ45 — RJ45);
- кабель USB (Mini-B — Type A)
- кабельный ввод PG16;
- пластиковый пакет, в котором находятся:
 1. держатель кабеля;
 2. винты M6x30 (2 шт.);
 3. винты M6x8 (10 шт.);
 4. винты M5x8 (9 шт.);
 5. винты M4x8 (7 шт.);
 6. винты M4x12 (2 шт.);
 7. шайба M4 (8 шт.).

2.1.2 Комплект OnRobot UR (v2)

В состав комплекта OnRobot UR v2 входят следующие компоненты:

1. шестиосевой силомоментный датчик OnRobot (вариант HEX-E v2 или HEX-H v2);
2. вычислительный блок OnRobot Compute Box;

3. USB-носитель OnRobot;
4. адаптер A2;
5. кабель датчика (четырёхконтактный M8 — четырёхконтактный M8, 5 м);
6. кабель питания вычислительного блока Compute Box (трехконтактный M8 — без разъема);
7. источник питания вычислительного блока Compute Box;
8. кабель UTP (RJ45 — RJ45);
9. кабельный ввод PG16;
10. пластиковый пакет, в котором находятся:
11. держатель кабеля с винтом;
12. винты Torx M6x8 (6 шт.);
13. винты Torx M5x8 (9 шт.);
14. винты Torx M4x6 (7 шт.);
15. шайба M6 (6 шт.);
16. шайба M5 (9 шт.).

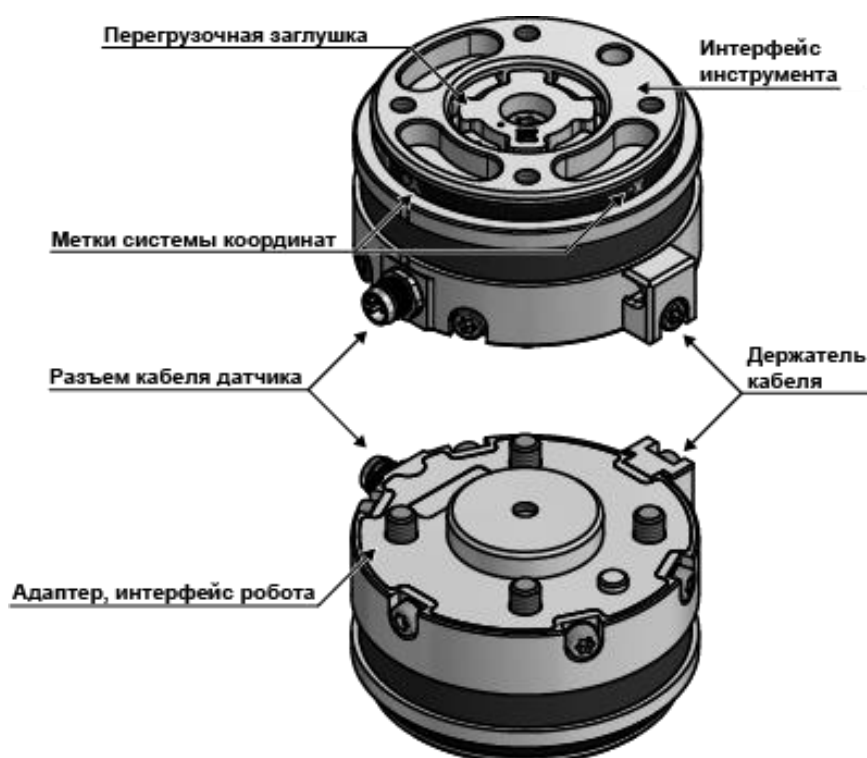
**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Начиная с середины сентября 2018 года, кабель USB (Mini-B — Type A) не входит в комплект OnRobot UR Kit v2. В случае необходимости его следует приобрести отдельно.

2.2 Описание датчика

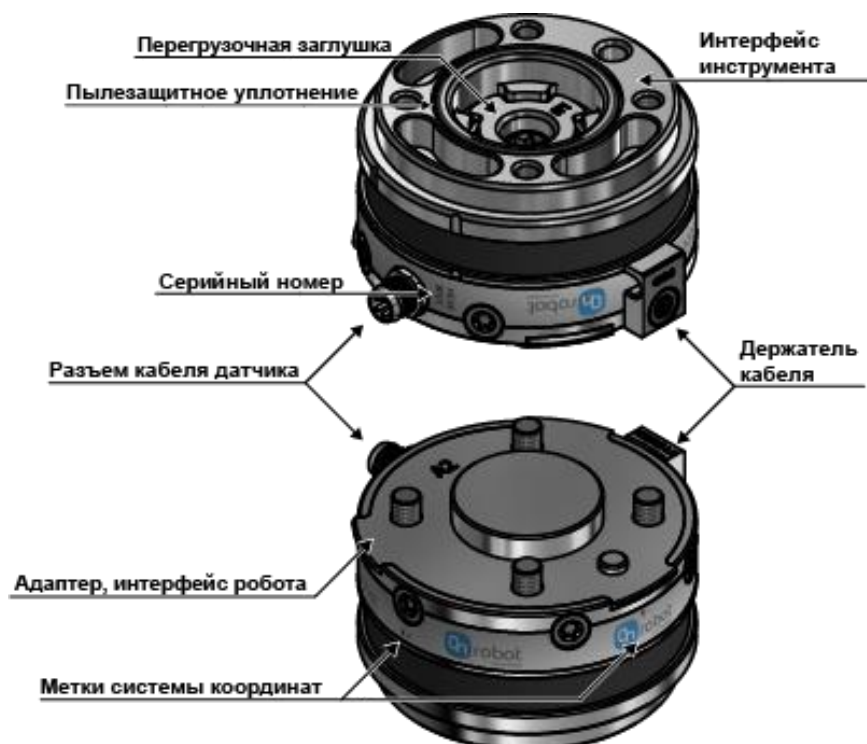
2.2.1 HEX-E v1 и HEX-H v1

Датчик состоит из корпуса, адаптера и перегрузочной заглушки. На корпусе датчика размещены: разъем подключения кабеля, держатель кабеля и метки для системы координат. Инструмент крепится к корпусу датчика напрямую, через интерфейс инструмента. Датчик устанавливается на инструментальный фланец робота через адаптер.



2.2.2 HEX-E v2 и HEX-H v2

Датчик состоит из корпуса, адаптера и перегрузочной заглушки. На корпусе датчика размещены: разъем подключения кабеля, держатель кабеля, пылезащитное уплотнение, серийный номер и метки для системы координат. Инструмент крепится к корпусу датчика напрямую, через интерфейс инструмента. Датчик устанавливается на инструментальный фланец робота через адаптер.



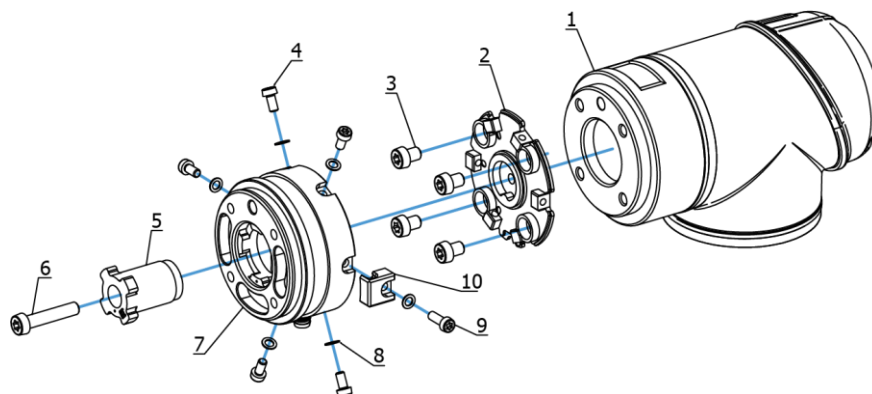
2.3 Крепление

Для крепления следует использовать только винты, входящие в комплект датчика. Более длинные винты могут повредить датчик или робота.

2.3.1 HEX-E v1 и HEX-H v1

Для установки датчика выполните следующие действия:

1. С помощью четырех винтов M6x8 прикрепите адаптер А к роботу. Затяните винты с крутящим моментом 6 Н·м.
2. Прикрепите датчик к адаптеру пятью винтами M4x8 с шайбами M4. Затяните винты с крутящим моментом 1,5 Н·м.
3. Прикрепите кабель к датчику с помощью держателя кабеля, винта M4x12 и шайбы M4. Затяните винты с крутящим моментом 1,5 Н·м.
4. Установите заглушку на датчик и закрепите ее винтом M6x30. Затяните винты с крутящим моментом 6 Н·м.



Обозначения: 1 — инструментальный фланец робота, 2 — адаптер А, 3 — винты M6x8, 4 — винты M4x8, 5 — перегрузочная заглушка, 6 — винт M6x30, 7 — датчик, 8 — шайба M4, 9 — винт M4x12, 10 — держатель кабеля.

5. Прикрепите инструмент к датчику в соответствии с указаниями производителя инструмента.



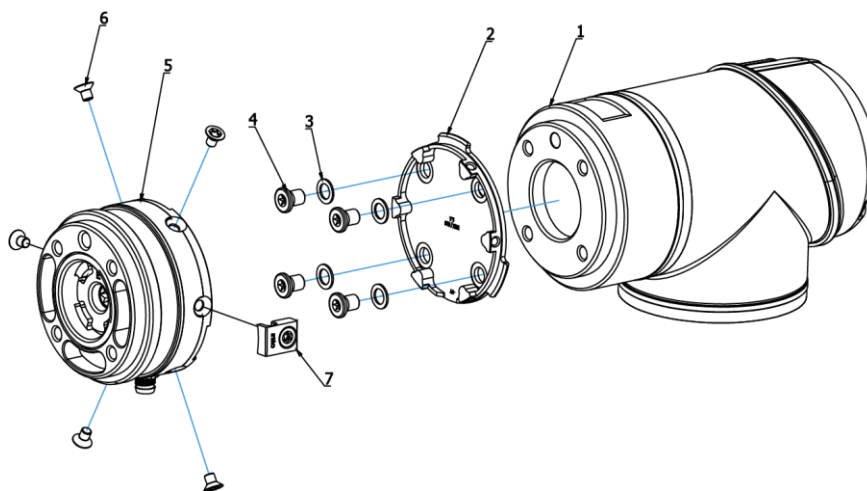
Защита от перегрузки не будет функционировать нормально, если инструмент не прилегает к датчику плоской поверхностью.

2.3.2 HEX-E v2 и HEX-H v2

Для установки датчика выполните следующие действия:

1. С помощью четырех винтов Torx M6x8 и шайб M6 прикрепите адаптер A2 к роботу. Затяните винты с крутящим моментом 6 Н·м.

- Прикрепите датчик к адаптеру пятью винтами M4x6. Затяните винты с крутящим моментом 1,5 Н·м.
- Прикрепите кабель к датчику с помощью держателя кабеля, винта M4x12. Затяните винты с крутящим моментом 1,5 Н·м.



Обозначения: 1 — инструментальный фланец робота, 2 — адаптер A2, 3 — шайба M6, 4 — винты Torx M6x8, 5 — датчик, 6 — винты Torx M4x6, 7 — держатель кабеля.

- Прикрепите инструмент к датчику в соответствии с указаниями производителя инструмента.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Защита от перегрузки не будет функционировать нормально, если инструмент не соединен с датчиком через интерфейс, описанный в стандарте ISO 9409-1-50-4-M6.

2.4 Кабельные подключения

Для подключения датчика выполните следующие действия:

- Подключите к датчику четырехконтактный кабель M8 длиной 5 м. Убедитесь, что отверстия разъема кабеля совпадают с контактами разъема датчика.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Не поворачивайте кабель. Следует поворачивать только фиксатор разъема.

- Прикрепите кабель к роботу с помощью кабельных стяжек.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Необходимо оставить свободные участки кабеля возле соединений, чтобы не допустить натягивания кабеля во время работы оборудования.

- Установите вычислительный блок Compute Box поблизости от шкафа управления роботом UR или внутри шкафа и подключите к блоку четырехконтактный кабель M8 датчика. Для прокладки кабеля внутри шкафа управления роботом можно использовать входящий в комплект поставки кабельный ввод.
- С помощью входящего в комплект кабеля UTP подключите Ethernet-интерфейс вычислительного блока к Ethernet-интерфейсу контроллера UR.
- Подключите питание вычислительного блока с помощью трехконтактного кабеля M8 длиной 1 м (от блока управления UR). Подключите коричневый провод к контакту 24 В, а черный провод — к контакту 0 В.

| Питание | | Настраиваемые входы | | | | Настраиваемые выходы | | | |
|---------|---|---------------------|---|-----|---|----------------------|---|-----|---|
| PWR | ■ | 24V | ■ | 24V | ■ | 0V | ■ | 0V | ■ |
| GND | ■ | CI0 | ■ | CI4 | ■ | CO0 | ■ | CO4 | ■ |
| 24V | ■ | 24V | ■ | 24V | ■ | 0V | ■ | 0V | ■ |
| 0V | ■ | CI1 | ■ | CI5 | ■ | CO1 | ■ | CO5 | ■ |
| | | 24V | ■ | 24V | ■ | 0V | ■ | 0V | ■ |
| | | CI2 | ■ | CI6 | ■ | CO2 | ■ | CO6 | ■ |
| | | 24V | ■ | 24V | ■ | 0V | ■ | 0V | ■ |
| | | CI3 | ■ | CI7 | ■ | CO3 | ■ | CO7 | ■ |

Дополнительная информация приведена в документации UR.

- Настройте необходимые параметры сети для вычислительного блока и для робота UR. По умолчанию для вычислительного блока установлен IP-адрес 192.168.1.1; для изменения адреса см. [Изменение IP-адреса вычислительного блока Compute Box](#).

2.5 Совместимость UR

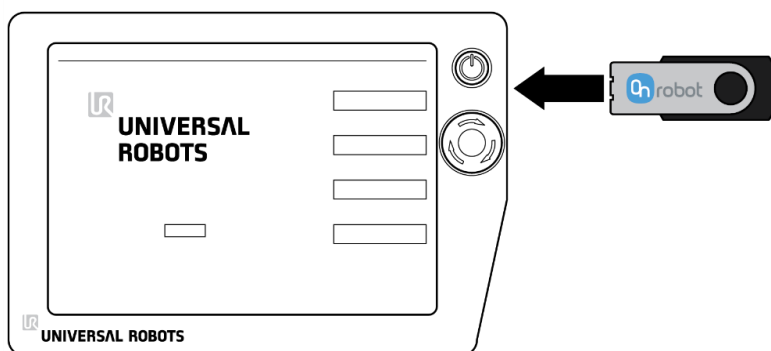
Убедитесь, что контроллер робота оснащен PolyScore версии 3.5 или более поздней (до версии 3.7).

В PolyScore версии 3.7 встречается ошибка: функция **Сохранить** иногда может отображаться некорректно. В этом случае следует использовать функцию **Сохранить как**.

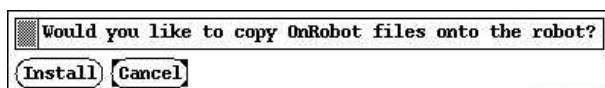
2.6 Установка плагина URCap

Для загрузки примеров OnRobot и установки плагина OnRobot URCap выполните следующие действия:

1. Вставьте USB-носитель OnRobot в разъем USB пульта обучения.

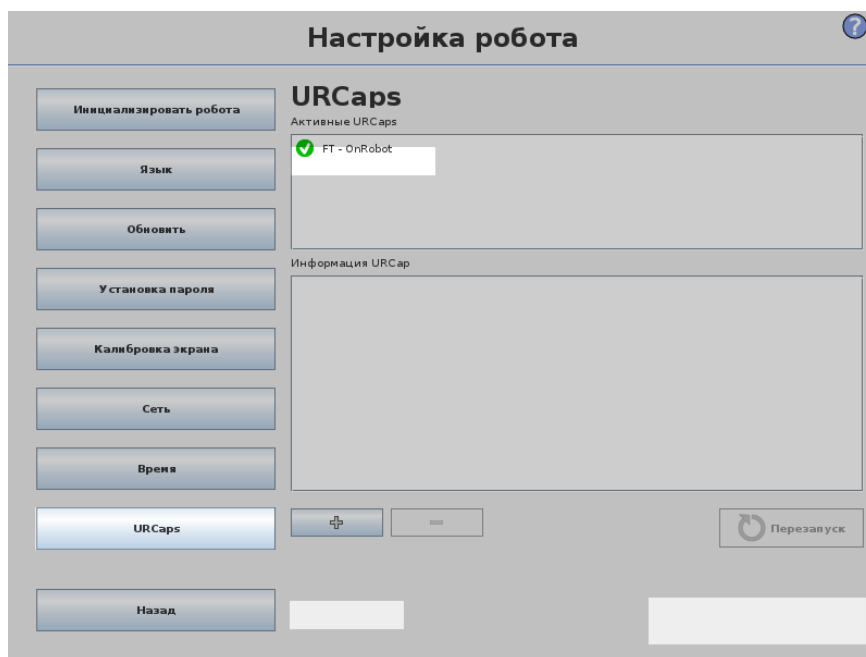


2. Появится диалоговое окно с запросом разрешения на копирование примеров OnRobot и файла URCap в папку `programs/OnRobot_UR_Programs`.



Нажмите **Install** для продолжения.

3. После этого выберите опцию **Настройка робота** в главном меню, затем выберите **Настройка URCaps**.
4. Нажмите **+** для просмотра недавно скопированного файла OnRobot URCap. Его можно найти в папке `programs/OnRobot_UR_Programs`. Нажмите **Открыть**.
5. После этого необходимо перезапустить систему, чтобы изменения вступили в силу. Нажмите **Перезапустить** и дождитесь перезапуска системы.



6. Выполните инициализацию робота.



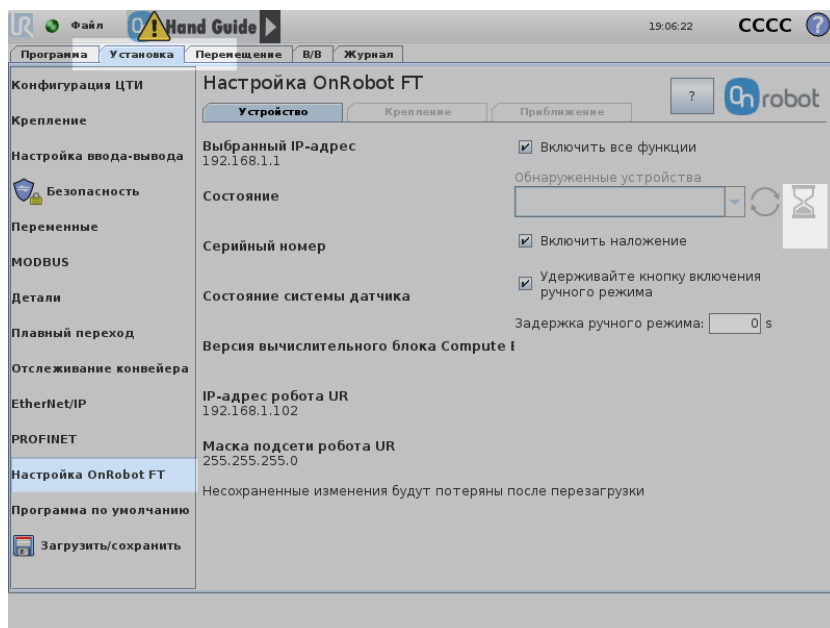
ПРИМЕЧАНИЕ:

Дополнительная информация об установке URCap приведена в документации UR.

Переходите к [Настройка плагина URCap](#).

2.7 Настройка плагина URСар

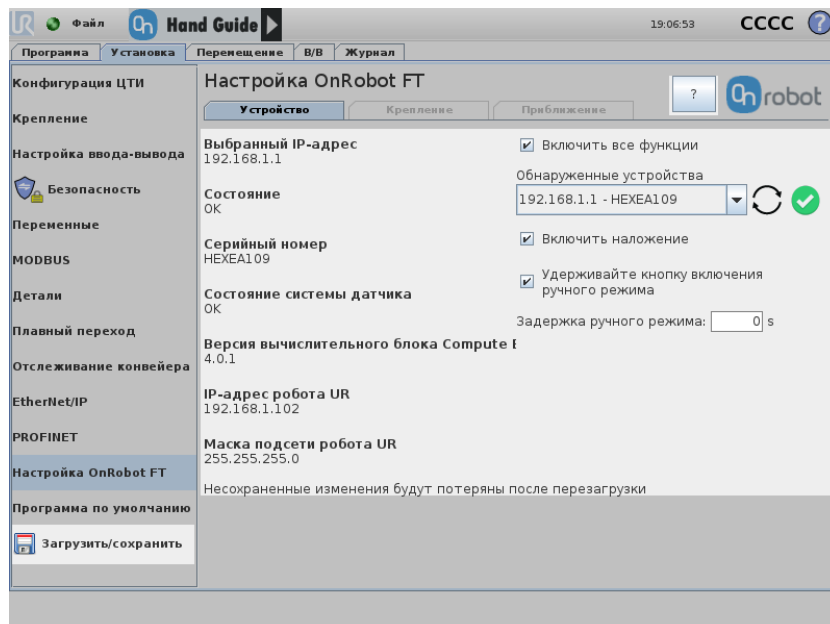
Выберите вкладку **Установка**, затем выберите **Настройка OnRobot FT**. Появится показанный ниже экран:





Подождите несколько секунд, пока программа найдет доступный датчик OnRobot.

Во время поиска будет отображаться значок песочных часов .

После завершения поиска будет выбрано и автоматически протестировано первое обнаруженное устройство, после чего появится следующий экран:



Значок  означает, что устройство найдено, автоматическая проверка завершена и устройство готово к работе.

Если устройства не найдены, либо в ходе автоматической проверки произошла ошибка, появится значок ошибки . Для поиска и устранения ошибок см. [Ошибка установки URCap](#).



ПРИМЕЧАНИЕ:

Можно вручную перезапустить поиск, нажав значок .

Если доступно несколько устройств, можно изменить предварительно выбранное устройство с помощью выпадающего меню **Обнаруженные устройства**.

В левой части приведены данные о состоянии, а также общая информация о подключенном устройстве:

Выбранный IP-адрес: Показан IP-адрес выбранного устройства. По умолчанию для вычислительного блока установлен адрес 192.168.1.1.

Состояние: Здесь отображается «ОК», либо сообщение об ошибке (в случае неисправности).

Серийный номер: Серийный номер устройства OnRobot.

Состояние системы датчика: Здесь отображается «ОК», либо сообщение об ошибке (в случае неисправности).

Версия вычислительного блока Compute Box: Версия программного обеспечения вычислительного блока. Версия должна соответствовать версии URCap. Если версии не соответствуют, следует обновить программное обеспечение вычислительного блока.

Текущие сетевые настройки робота UR отображаются для облегчения поиска неисправности (при наличии ошибки):

IP-адрес робота UR: Отображается текущий IP-адрес робота. По умолчанию для вычислительного блока должен быть установлен адрес 192.168.1.x.

Маска подсети робота UR: Текущая маска подсети робота. По умолчанию для вычислительного блока должна быть установлена маска 255.255.255.0.

Параметры ручного управления приведены в левой нижней части:

Флажок **Удерживайте кнопку включения ручного режима**: Если флажок установлен (состояние по умолчанию), кнопку включения ручного управления следует удерживать нажатой постоянно во время ручного управления роботом. Если флажок снят, перейти к ручному управлению можно однократным нажатием кнопки включения ручного управления. Для отключения режима нужно нажать кнопку еще раз.

Задержка ручного режима: По истечении установленного времени задержки (в секундах) режим ручного управления отключится автоматически. По умолчанию установлено значение 0, что соответствует бесконечной задержке.



ПРИМЕЧАНИЕ:

После настройки устройства параметры необходимо сохранить, нажав кнопку Загрузить/Сохранить.

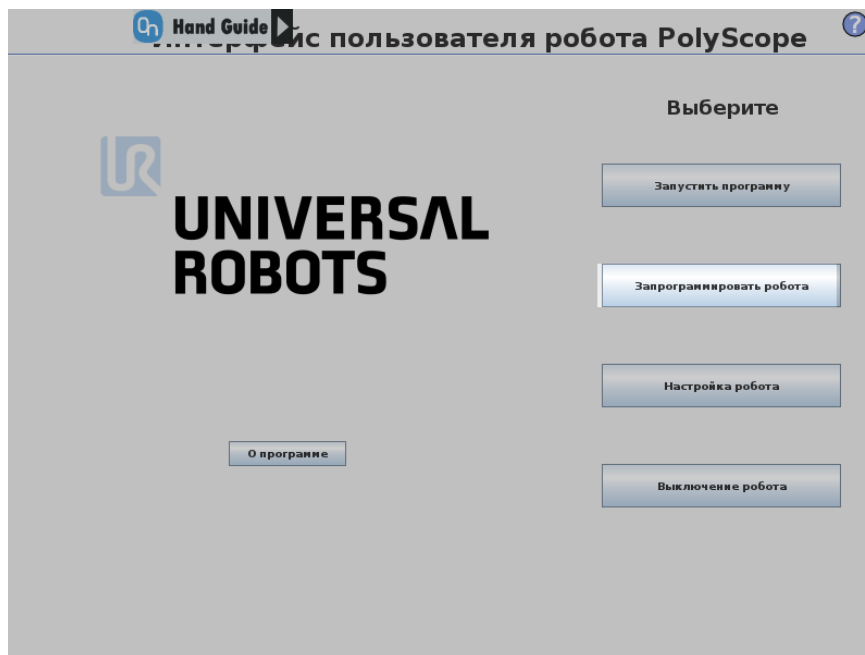
Чтобы обратиться к встроенной справке, нажмите значок .

3 Использование плагина URCap

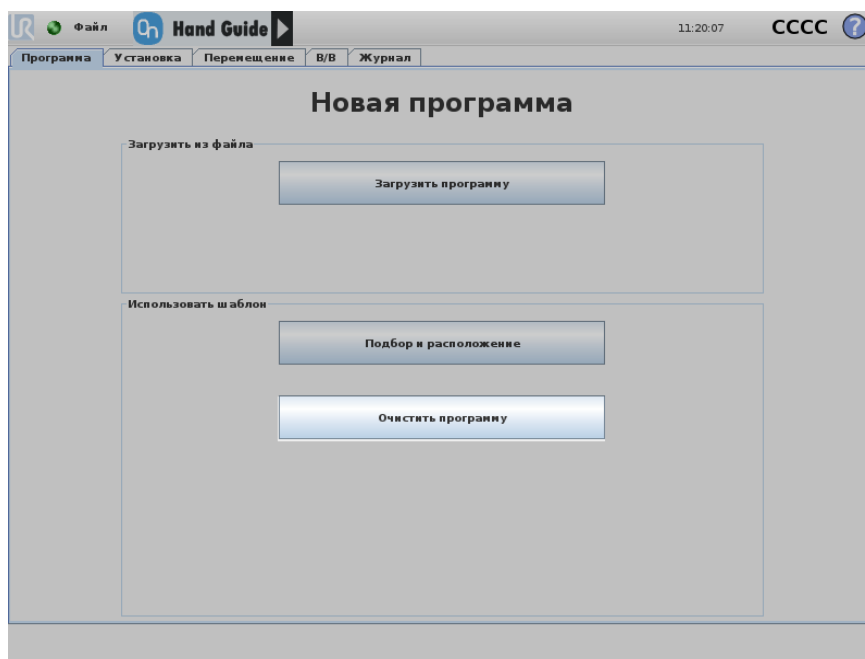
3.1 Переменные обратной связи OnRobot

В данном разделе с помощью примера программы описывается работа базовых функций. Программа показывает, как получить данные с датчика OnRobot, а также как сбросить на ноль значения силы/крутящего момента датчика.

1. Нажмите Запрограммировать робота.

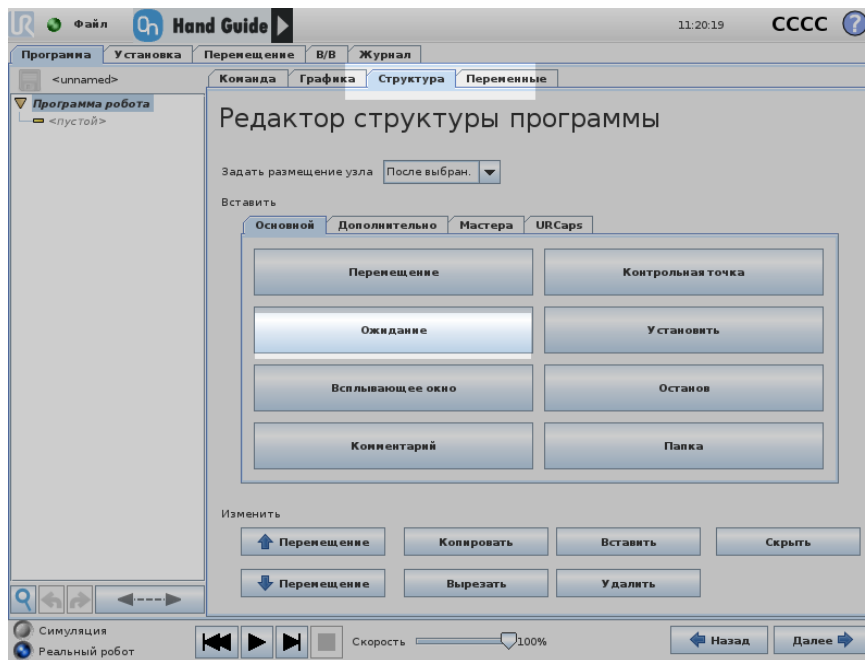


2. Нажмите Очистить программу.

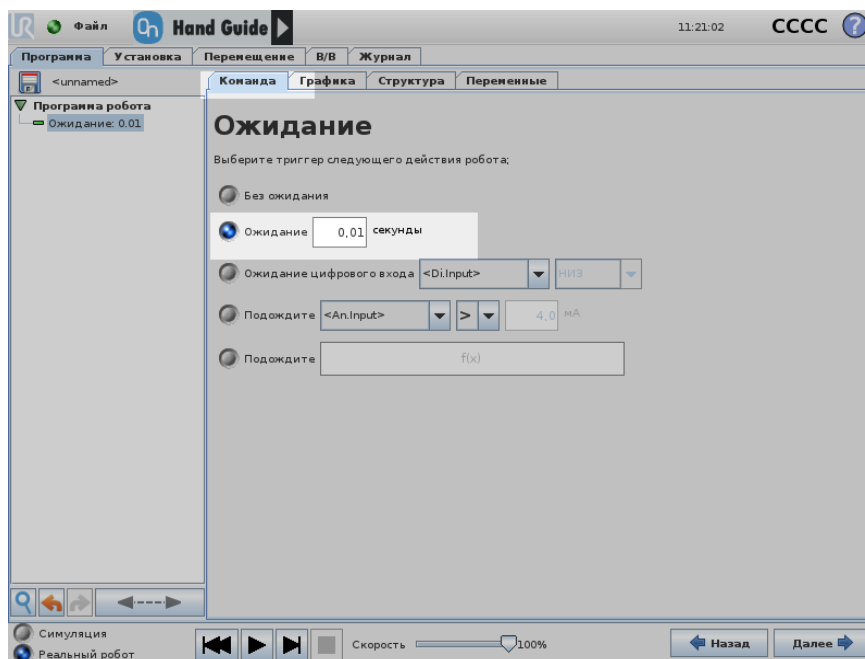


3. Выберите вкладку Структура.

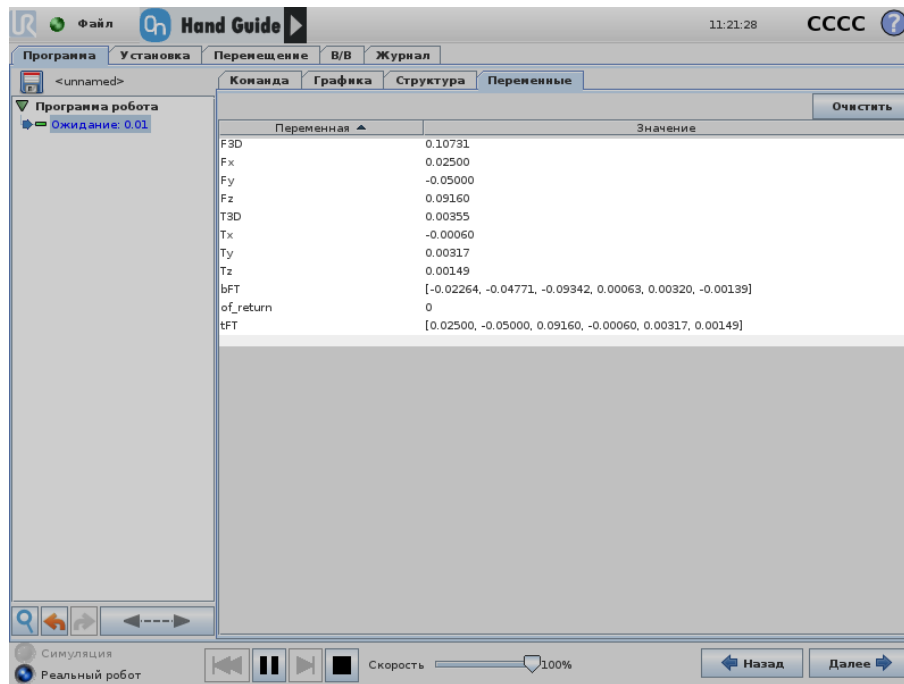
- Нажмите кнопку **Ожидание** для предотвращения заикливания программы.



- Выберите команду **Ожидание** в структуре программы.
- Выберите вкладку **Команда**.
- Установите для параметра **Ожидание** значение 0,01 секунды.
- Для запуска программы нажмите кнопку воспроизведения.



- Выберите вкладку **Переменные**.



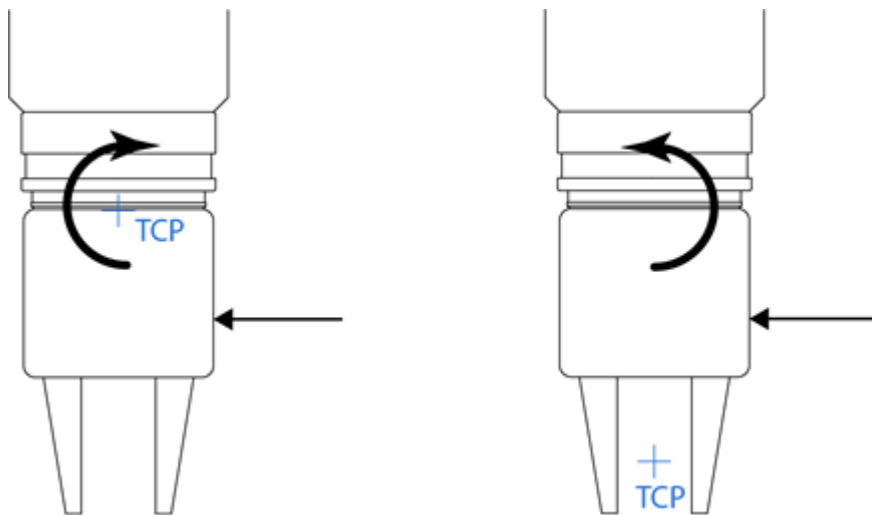
Будут отображены значения силы и крутящего момента. Эти значения можно использовать в любой программе.

Переменные обновляются автоматически с частотой около 125 Гц.

- **F3D**: Длина трехмерного вектора силы $F3D = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$ (Н)
- **Fx**: Вектор силы в направлении X, в ньютонах (Н)
- **Fy**: Вектор силы в направлении Y, в ньютонах (Н)
- **Fz**: Вектор силы в направлении Z, в ньютонах (Н)
- **T3D**: Длина трехмерного вектора крутящего момента $T3D = \sqrt{T_x^2 + T_y^2 + T_z^2}$ (Н·м)
- **Tx**: Крутящий момент в направлении X, в ньютонах на метр (Н·м)
- **Ty**: Крутящий момент в направлении Y, в ньютонах на метр (Н·м)
- **Tz**: Крутящий момент в направлении Z, в ньютонах на метр (Н·м)
- **bFT**: Значения силы и крутящего момента в системе координат основания, в виде массива в ньютонах (Н) и ньютонах на метр (Н·м)
- **of_return**: переменная для хранения результата выполнения команд OnRobot
- **tFT**: Значения силы и крутящего момента в системе координат инструмента, в виде массива в ньютонах (Н) и ньютонах на метр (Н·м)

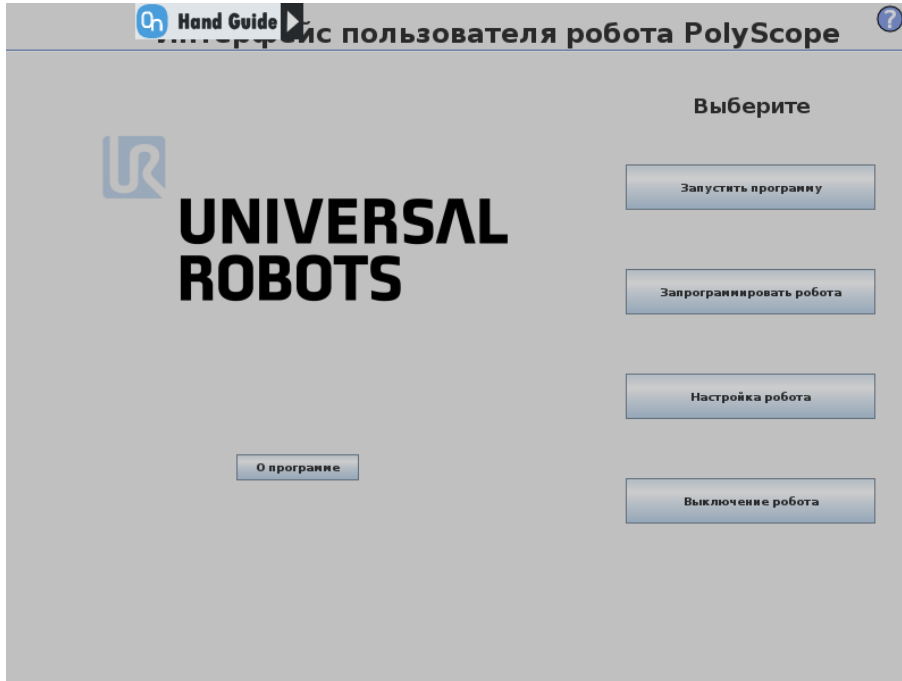
3.1.1 Влияние положения TCP

Значения крутящего момента рассчитываются с учетом центральной точки инструмента (TCP). Таким образом, крутящий момент, возникающий под действием измеренных сил, рассчитывается для центральной точки инструмента, а не для поверхности датчика. Влияние расположения TCP на измеренный крутящий момент показано на рисунке ниже.







3.2 Панель инструментов режима ручного управления Hand Guide OnRobot

После включения робота UR появится начальный экран PolyScore. Если активирован режим ручного управления, через 20 секунд в правой верхней части окна появится панель инструментов ручного режима управления Hand Guide OnRobot.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Во время загрузки на несколько секунд появится желтый предупреждающий символ . Это не является признаком неисправности. Если символ не исчезает, проверьте настройки устройства, как описано в разделе [Настройка плагина URCap](#).

Для активации функций панели инструментов нажмите в любом месте панели. Панель развернется, и на ней появятся значки доступных осей, кнопка включения , кнопка сброса на ноль  и кнопка привязки к осям .

Для выбора оси нажмите соответствующий значок. В примере ниже выбраны оси X и Y, при этом перемещение будет выполняться только по этим осям:






ПРИМЕЧАНИЕ:

Здесь используется система координат инструмента.



Для отключения выбранной ранее оси нажмите кнопку оси еще раз.


**ПРИМЕЧАНИЕ:**




В процессе ручного управления можно активировать или деактивировать оси.

Чтобы начать процесс ручного управления роботом UR, убедитесь, что инструмент не касается никаких объектов, после чего нажмите и удерживайте кнопку . Кнопка сменится значком , и начнется инициализация ручного управления. После того как кнопка  загорится зеленым, начинайте ручное перемещение робота с помощью пальцевого датчика OnRobot.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**


Убедитесь, что перед началом процесса ручного управления (кнопка  загорается зеленым) инструмент не касается никаких объектов, в противном случае робот может проявить нехарактерное поведение (например, он может двигаться самостоятельно, без приложения внешних усилий). В этом случае нажмите кнопку сброса на ноль , не касаясь инструмента.


Не нажимайте кнопку сброса , когда вы касаетесь инструмента.

Для выхода из режима ручного управления роботом UR отпустите кнопку включения . Сразу после отключения режима ручного управления кнопка включения  деактивируется на 1 секунду, после чего сменяется значком .

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Для максимально эффективного использования режима ручного управления всегда устанавливайте ползунок скорости робота на 100%.

Кнопку сброса на ноль  следует использовать при изменении ориентации инструмента в процессе ручного управления, с тем чтобы нейтрализовать эффекты гравитации или изменения нагрузки на робота.

При нажатии кнопки привязки к осям  происходит поворот осей системы координат инструмента и выравнивание их по ближайшим осям системы координат основания, при этом направление движения (положительное или отрицательное) не учитывается. Это позволяет пользователю установить инструмент строго горизонтально или вертикально после его перемещения вручную.

3.3 Команды OnRobot URCap

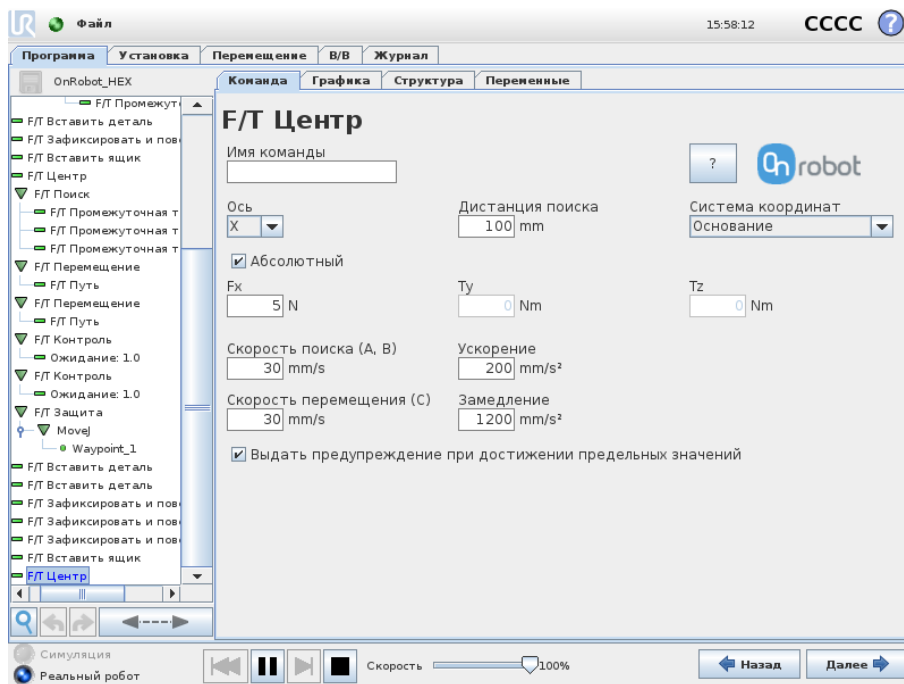
3.3.1 F/T Центр

При выполнении этой команды происходит перемещение робота вдоль указанной оси, пока робот не встретит препятствие. После контакта с препятствием робот начнет двигаться в противоположном направлении, пока не встретит другое препятствие. После этого робот вычисляет место посередине между двумя препятствиями и перемещается в эту точку.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Для отмены смещения силы/крутящего момента выполните команду F/T Ноль в начале команды F/T Контроль. Перед запуском команды F/T Контроль убедитесь, что инструмент не касается каких-либо объектов, в противном случае команда может быть не выполнена или будет выполнена с ошибкой.



Ось: Параметр определяет, будет ли выполняться прямолинейное движение вдоль оси X, Y или Z, либо будет выполняться вращение (RX, RY или RZ). Параметр позволяет выбрать только одну ось.

Дистанция поиска: Расстояние от стартовой точки, на которое команда может перемещать робота (в обоих направлениях). Убедитесь, что указано достаточно большое значение, в противном случае система не сможет найти правильную центральную точку.

Предельные значения силы/крутящего момента (F_x , T_y , T_z): Это предельное значение обнаружения. Установленная ось определяет доступные значения силы/крутящего момента, которые можно использовать в качестве предельных значений.

Флажок **Абсолютный**: Если флажок установлен, будет проверена не только величина силы или крутящего момента, но и знак.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Только одна из опций силы/крутящего момента может быть активна в каждый момент времени. Для изменения используемой опции сбросьте предыдущую (очистите поле), а затем установите новую.

Скорость поиска А, В: Скорость перемещения в процессе поиска столкновения.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Чем ниже скорость в процессе поиска, тем лучше для работы с твердыми объектами (такими как металлические поверхности), поскольку это помогает избегать отклонений вследствие момента инерции робота и инструмента.

Скорость перемещения С: Скорость перемещения после вычисления центральной точки и перемещения робота к ней.

Ускорение: Ускорение при перемещении (общий параметр для А, В и С).

Замедление: Замедление при перемещении (общий параметр для А, В и С).

Система координат: Система координат, используемая для перемещения и для показаний датчика. Можно выбрать **Основание** или **Инструмент** (в зависимости от системы координат UR).

Выдавать предупреждение (...): Если флажок установлен, при достижении или превышении предельных значений (центральная точка не найдена) будет появляться всплывающее сообщение (блокирование). Если центральная точка найдена, сообщение появляться не будет.

Если флажок снят, всплывающее сообщение отображаться не будет, однако пользователь сможет работать с любыми ошибками, используя возвращаемое значение команды.

Информация о возвращаемых значениях приведена в разделе **Возвращаемые значения команды**.

3.3.2 F/T Контроль

Команда F/T Контроль предоставляет удобные функции для программистов сценариев, разрабатывающих сценарии работ с контролем силы, такие как полировка, пескоструйная обработка или шлифование. Многие из подобных сценариев могут требовать поддержания постоянной силы/крутящего момента во время перемещения инструмента в определенных направлениях.

Команда поддерживает постоянные значения силы/крутящего момента вдоль/вокруг осей, которые назначены согласованными с командами, выполняемыми в рамках команды F/T Контроль. Команда F/T Контроль не контролирует силы в направлении перемещения инструмента, если для перемещения используются команды F/T Перемещение, F/T Поиск и F/T Путь.



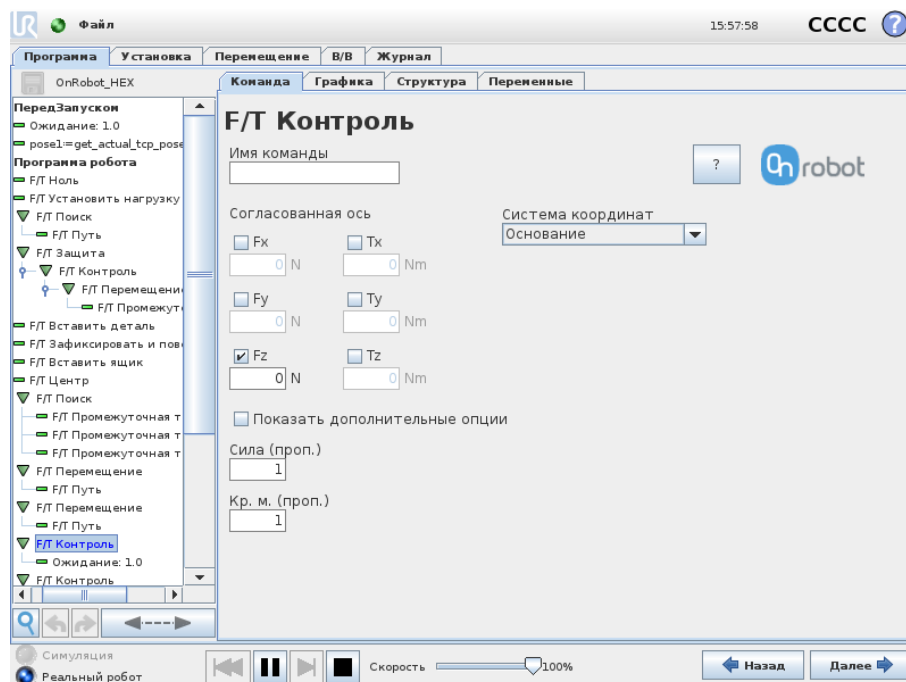
ПРИМЕЧАНИЕ:

Встроенные команды перемещения UR не могут использоваться вместе с командой F/T Контроль. Вместо них для перемещения робота с контролем силы следует использовать команды F/T Перемещение или F/T Поиск.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Для отмены смещения силы/крутящего момента выполните команду F/T Ноль в начале команды F/T Контроль. Перед запуском команды F/T Контроль убедитесь, что инструмент не касается каких-либо объектов, в противном случае команда может быть не выполнена или будет выполнена с ошибкой.



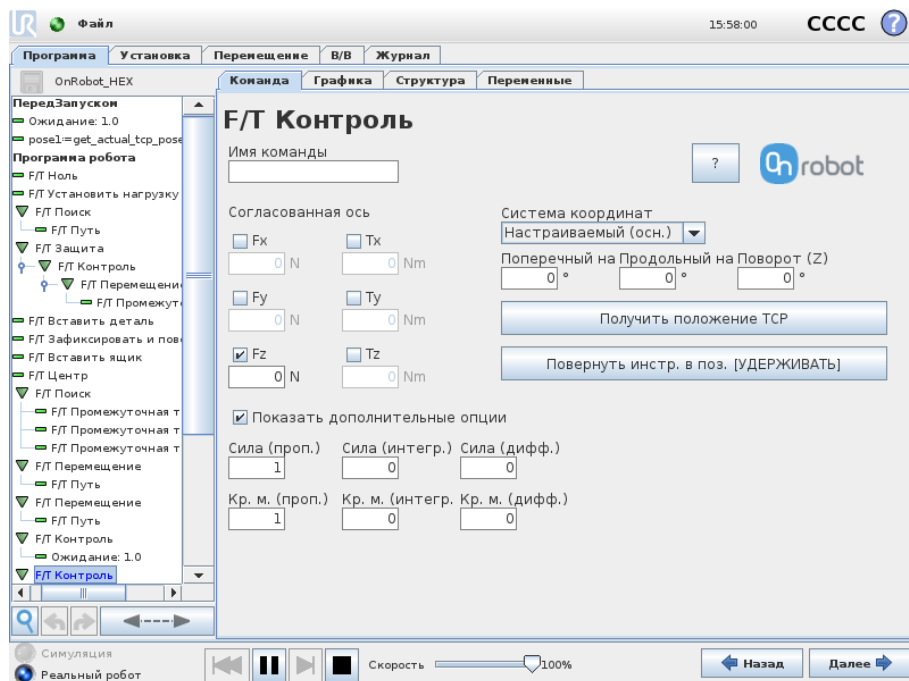
Согласованные оси Fx, Fy, Fz, TX, TY, TZ: Выбор согласованных осей. Если ось включена (согласована), перемещение вдоль/вокруг этой оси осуществляется с контролем силы/крутящего момента. В противном случае (ось не согласована) перемещение осуществляется с контролем позиции. Осуществляется контроль движения по включенной оси для поддержания установленного значения силы/крутящего момента. Необходимо выбрать как минимум одну согласованную ось.

Система координат: Система координат, используемая для перемещения и для показаний датчика. Можно выбрать системы координат *Основание*, *Инструмент*, *Настраиваемая (основание)*, *Настраиваемая (инструмент)* в зависимости от систем координат UR. Настраиваемые системы координат рассчитываются на основе базовой системы координат с учетом параметров **Поперечного наклона**, **Продольного наклона** и **Поворота**. Для системы координат *Настраиваемая (инструмент)* также можно использовать кнопку **Получить положение TCP** для указания положения системы координат с учетом положения текущей TCP. Для проверки установленного положения можно использовать кнопку **Повернуть инструмент в указанное положение [УДЕРЖИВАТЬ]**.

Сила с пропорциональным усилением «Сила (проп.)»: Для контроллера силы можно указать этот параметр пропорционального усиления. При возникновении смещений или вибраций попробуйте уменьшить значение усиления (установив, например, 0,5).

Крутящий момент с пропорциональным усилением «Кр. м. (проп.)»: Для контроллера крутящего момента можно указать этот параметр пропорционального усиления. При возникновении смещений или вибраций попробуйте уменьшить значение усиления (установив, например, 0,5).

Флажок Показать дополнительные опции: Установив этот флажок, можно получить доступ к дополнительным параметрам:



Сила с интегральным усилением «Сила (интегр.)»: Для контроллера силы можно указать этот параметр интегрального усиления. При возникновении смещений или вибраций попробуйте уменьшить значение усиления.

Крутящий момент с интегральным усилением «Кр. м. (интегр.)»: Для контроллера крутящего момента можно указать этот параметр интегрального усиления. При возникновении смещений или вибраций попробуйте уменьшить значение усиления.

Сила с дифференциальным усилением «Сила (дифф.)»: Для контроллера силы можно указать этот параметр дифференциального усиления. При возникновении смещений или вибраций попробуйте уменьшить значение усиления.

Крутящий момент с дифференциальным усилением «Кр. м. (дифф.)»: Для контроллера крутящего момента можно указать этот параметр дифференциального усиления. При возникновении смещений или вибраций попробуйте уменьшить значение усиления.

Эта команда не возвращает никаких значений.

Указания по настройке ПИД-контроллера силы/крутящего момента:

ПИД-контроллер силы/крутящего момента непрерывно вычисляет значение ошибки для силы/крутящего момента, измеренного датчиком, сравнивает полученное значение со значениями, установленными командой **F/T Контроль**, и выполняет коррекцию с учетом значения ошибки.

Пропорциональное усиление: При пропорциональном усилении происходит коррекция, пропорциональная текущему значению ошибки. Увеличение этого параметра приводит к следующим эффектам: более быстрая реакция, чрезмерная реакция, уменьшение ошибок, ухудшение стабильности.

Интегральное усиление: При интегральном усилении происходит коррекция, пропорциональная как величине, так и продолжительности значений последней ошибки. Увеличение этого параметра приводит к следующим эффектам: более быстрая реакция, чрезмерная реакция, уменьшение ошибок, ухудшение стабильности.

Дифференциальное усиление: При дифференциальном усилении происходит коррекция, пропорциональная величине изменения скорости для значений последней ошибки. Увеличение этого параметра приводит к следующим эффектам: уменьшение чрезмерной реакции, увеличение стабильности.

Если контроль силы осуществляется слишком медленно и инструмент время от времени приподнимается над поверхностью, вместо того чтобы касаться ее непрерывно, попробуйте увеличить значения **Пропорционального усиления** и **Интегрального усиления**.

Если контроль силы чрезмерно реагирует на изменения и инструмент отскакивает от поверхности, попробуйте уменьшить значения **Пропорционального усиления** (или **Дифференциального усиления**, если значение больше 1).

Если контроль силы реагирует на изменения слишком медленно и инструмент продолжает сильно давить на поверхность после касания, попробуйте уменьшить значение **Интегрального усиления**.

В качестве общего правила рекомендуется использовать следующие значения:

1. Пропорциональное усиление < 5
2. Интегральное усиление $< 0,25$
3. Дифференциальное усиление < 1
4. Соотношение пропорционального усиления/интегрального усиления = 10

Следующие значения можно использовать в ходе настройки в качестве базовых:

Сила с пропорциональным усилением = 1, Сила с интегральным усилением = 0,1,
Сила с дифференциальным усилением = 0,3

Крутящий момент с пропорциональным усилением = 0,2, Крутящий момент с интегральным усилением = 0, Крутящий момент с дифференциальным усилением = 0

3.3.3 F/T Укладка в стопку

Команда F/T Укладка в стопку выполняет укладку в стопку и разборку стопки.

Тип: Можно выбрать одно из значений: F/T Стопка или F/T Разобрать стопку.

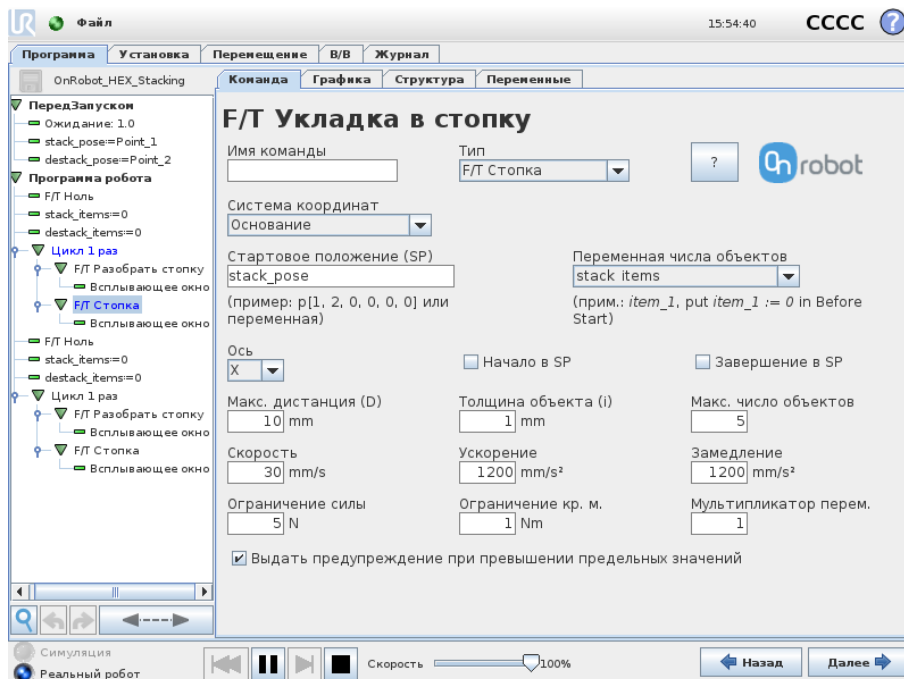
3.3.3.1 F/T Стопка

При выполнении команды F/T Стопка производится поиск верха стопки, а затем запускается пользовательский цикл укладки (например, производится размыкание захвата), после этого выполняется выход. Команда отслеживает количество уложенных объектов, что позволяет легко определять заполненность стопки. Команда также позволяет работать с объектами переменной толщины.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Для отмены смещения силы/крутящего момента выполните команду F/T Ноль в начале команды F/T Стопка. Перед запуском команды F/T Стопка убедитесь, что инструмент не касается каких-либо объектов, в противном случае команда может быть не выполнена или будет выполнена с ошибкой.



Система координат: Система координат, используемая для перемещения и для показаний датчика. Можно выбрать **Основание** или **Инструмент** (в зависимости от системы координат UR).

Стартовое положение (SP): Стартовое положение можно определить константой, например, $p[1, 2, 3, 4, 5, 6]$, либо переменной. Значение должно быть больше, чем высота полной стопки.

Переменная числа объектов: Эта переменная используется для подсчета количества успешно уложенных в стопку объектов. Введите имя переменной, определенное ранее, и укажите значение 0. (Пример: используйте встроенную в UR команду назначения `item_1 := 0` в разделе «Перед запуском» вашей программы).

Ось: Ось, вдоль которой выполняется укладка стопки (X, Y или Z).

Начало в SP: Если флажок установлен, в начале выполнения команды будет выполнено перемещение в стартовое положение (SP).

Завершение в SP: Если флажок установлен, в конце выполнения команды будет выполнено перемещение в стартовое положение (SP).

Макс. дистанция (D): Дистанция остановки вдоль указанной оси. Величина измеряется от стартового положения (SP) и должна быть больше, чем размер полной стопки. Знак указывает, в каком направлении оси производится укладка стопки.

Толщина объекта (i): Толщина укладываемых в стопку объектов.

Макс. число объектов: Параметр определяет, сколько объектов может быть уложено в стопку, т.е. при каком количестве уложенных объектов стопка считается полной.

Ограничение силы: Ограничение силы для поиска столкновения в процессе обнаружения верха стопки.

Ограничение кр. м.: Ограничение крутящего момента для поиска столкновения в процессе обнаружения верха стопки.

Скорость: Скорость перемещения в процессе поиска верха стопки. (м/с, рад/с)



ПРИМЕЧАНИЕ:

Чем ниже скорость в процессе поиска, тем лучше для работы с твердыми объектами (такими как металлические поверхности), поскольку это помогает избегать отклонений вследствие момента инерции робота и инструмента.

Ускорение: Ускорение при перемещении.

Замедление: Замедление при перемещении.

Мультипликатор перем.: Параметр определяет, сколько раз применяется указанное предельное значение скорости и силы/крутящего момента, когда робот не выполняет поиск верха стопки, а движется в стартовую точку или от нее.

Выдавать предупреждение (...): Если флажок установлен, всплывающее сообщение (блокирование) будет появляться, если следующий объект не обнаружен, либо если стопка полная.

Если флажок снят, всплывающее сообщение отображаться не будет, однако пользователь сможет работать с любыми ошибками, используя возвращаемое значение команды.

Информация о возвращаемых значениях приведена в разделе [Возвращаемые значения команды F/T Укладка в стопку](#).

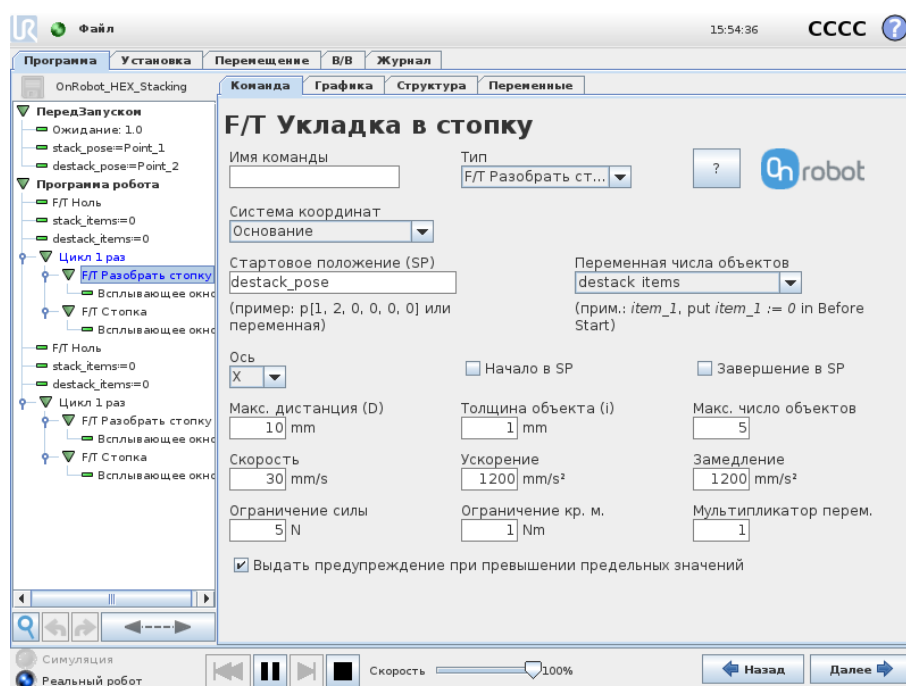
3.3.3.2 F/T Разобрать стопку

При выполнении команды F/T Разобрать стопку производится поиск верха стопки, а затем запускается пользовательский цикл подъема (например, производится смыкание захвата). Команда отслеживает количество взятых из стопки объектов, что позволяет легко определять момент, когда стопка опустеет. Команда также позволяет работать с объектами переменной толщины.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Для отмены смещения силы/крутящего момента выполните команду F/T Ноль в начале команды F/T Стопка. Перед запуском команды F/T Стопка убедитесь, что инструмент не касается каких-либо объектов, в противном случае команда может быть не выполнена или будет выполнена с ошибкой.



Система координат: Система координат, используемая для перемещения и для показаний датчика. Можно выбрать Основание или Инструмент (в зависимости от системы координат UR).

Стартовое положение (SP): Стартовое положение можно определить константой, например, $p[0.1, 0.2, 0.3, 0.9, 0.8, 0.7]$, либо переменной. Значение должно быть выше, чем высота полной стопки.

Переменная числа объектов: Эта переменная используется для подсчета количества успешно взятых из стопки объектов. Введите имя переменной, определенное ранее, и укажите значение 0. (Пример: используйте встроенную в UR команду назначения `item_1 := 0` в разделе «Перед запуском» вашей программы).

Оси: Ось, вдоль которой выполняется разборка стопки (X, Y или Z).

Начало в SP: Если флажок установлен, в начале выполнения команды будет выполнено перемещение в стартовое положение (SP).

Завершение в SP: Если флажок установлен, в конце выполнения команды будет выполнено перемещение в стартовое положение (SP).

Макс. дистанция (D): Дистанция остановки вдоль указанной оси. Величина измеряется от стартового положения (SP) и должна быть больше, чем размер полной стопки. Знак указывает, в каком направлении оси производится разборка стопки.

Толщина объекта (i): Толщина укладываемых в стопку объектов.

Макс. число объектов: Параметр определяет, сколько объектов может быть взято из стопки, т.е. при каком количестве взятых объектов стопка считается пустой.

Ограничение силы: Ограничение силы для поиска столкновения в процессе обнаружения верха стопки.

Ограничение кр. м.: Ограничение крутящего момента для поиска столкновения в процессе обнаружения верха стопки.

Скорость: Скорость перемещения в процессе поиска верха стопки.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Чем ниже скорость в процессе поиска, тем лучше для работы с твердыми объектами (такими как металлические поверхности), поскольку это помогает избегать отклонений вследствие момента инерции робота и инструмента.

Ускорение: Ускорение при перемещении.

Замедление: Замедление при перемещении.

Мультипликатор перем.: Параметр определяет, сколько раз применяется указанное предельное значение скорости и силы/крутящего момента, когда робот не выполняет поиск верха стопки, а движется в стартовую точку или от нее.

Выдавать предупреждение (...): Если флажок установлен, всплывающее сообщение (блокирование) будет появляться, если следующий объект не обнаружен, либо если стопка пустая.

Если флажок снят, всплывающее сообщение отображаться не будет, однако пользователь сможет работать с любыми ошибками, используя возвращаемое значение команды.

Информация о возвращаемых значениях приведена в разделе [Возвращаемые значения команды F/T Укладка в стопку](#).

3.3.4 F/T Зафиксировать и повернуть

Сначала следует установить объект, который необходимо вставить в разъем, так чтобы он указывал в правильном направлении и располагался вблизи разъема.

Окончательное положение определяется командой F/T Зафиксировать и повернуть. Команда перемещает объект с заданной предельной силой, пока не будет достигнута заданная глубина вставки, а затем производит корректировку в случае необходимости.



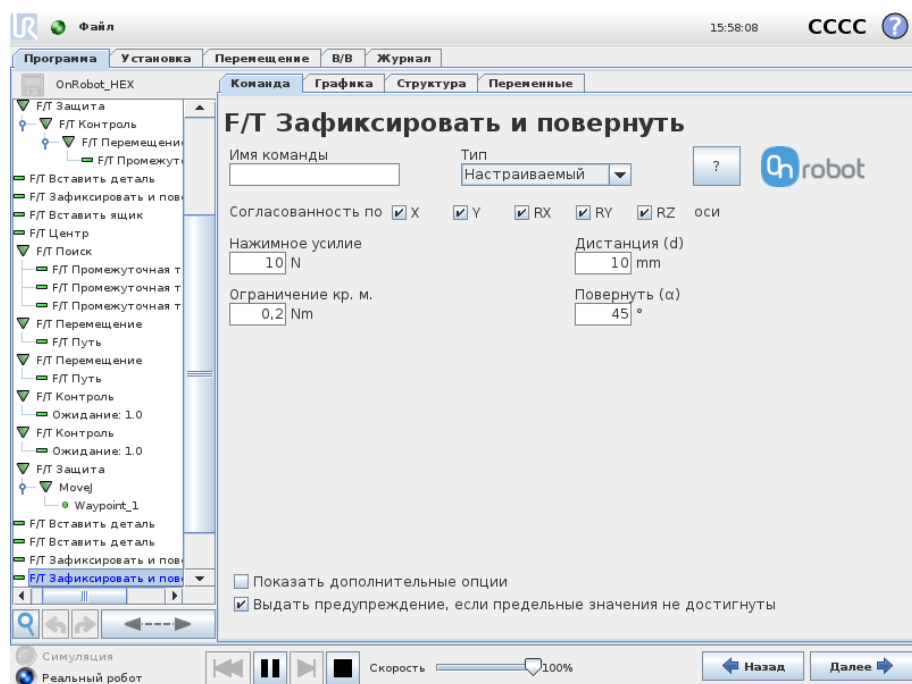
ПРИМЕЧАНИЕ:

Важно установить ТСР (центральную точку инструмента) на самом краю объекта.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Для отмены смещения силы/крутящего момента выполните команду F/T Ноль в начале команды F/T Зафиксировать и повернуть. Перед запуском команды F/T Зафиксировать и повернуть убедитесь, что инструмент не касается каких-либо объектов, в противном случае команда может быть не выполнена или будет выполнена с ошибкой.



Флажки **Согласованность по X, Y, RX, RY, RZ**: Вставка выполняется по оси Z системы координат инструмента. Для компенсации возможных ошибок позиционирования для оставшихся осей (X и Y для продольного перемещения и X, Y и Z для вращения) можно установить свободное перемещение.

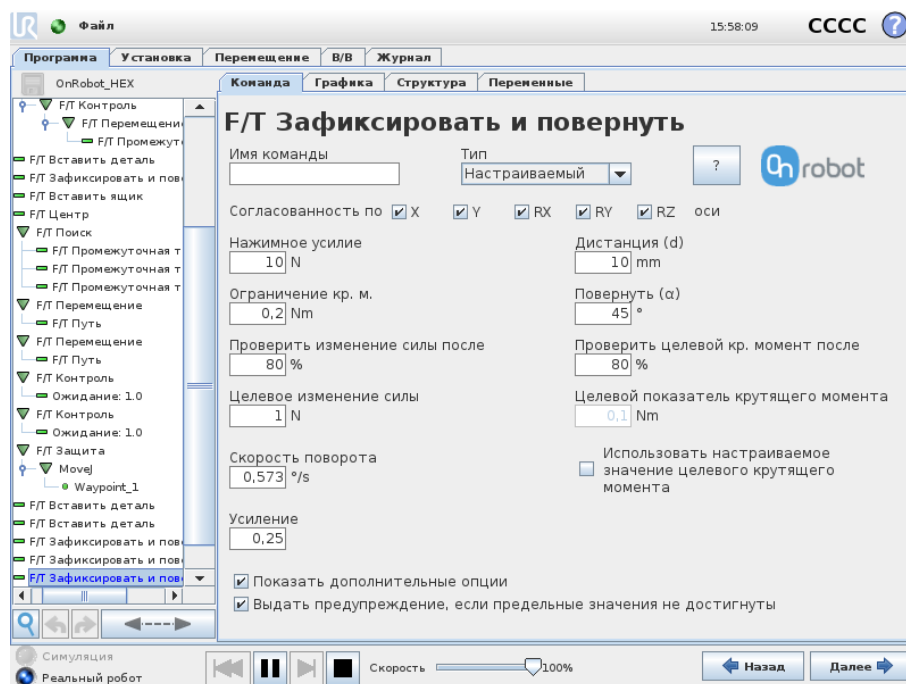
Нажимное усилие: Параметр используется для контроля силы для аккуратной вставки объекта в отверстие.

Дистанция (d): Дистанция от стартовой точки вдоль оси Z (в системе координат инструмента).

Ограничение крутящего момента: В ходе фазы вращения это ограничение используется для завершения движения. Чем ниже значение, тем аккуратнее выполняется вращение.

Вращение (α): Угол поворота вокруг оси Z в системе координат инструмента.

Показать дополнительные опции: Установив этот флажок, можно получить доступ к дополнительным параметрам:



Проверить изменение силы после: После того как объект приблизится к дну отверстия, активируется «проверка удара». Значение предельного приближения объекта к дну отверстия задается в процентах от **Дистанции**.

Проверить целевой крутящий момент после: В ходе фазы вращения после поворота на указанное число процентов от угла параметра **Вращение (α)** активируется проверка целевого крутящего момента.

Целевое изменение силы: В процессе вставки, после того как пройдена часть дистанции (**Дистанция**), указанная в процентах в параметре **Проверить изменение силы после**, выполняется проверка силы. Проверка силы выполняется для контроля вставки разъема (разъем должен быть вставлен полностью). Это значение можно задать с помощью параметра **Целевое изменение силы**. Дно разъема считается достигнутым, когда величина силы равна или превышает сумму величин **Нажимное усилие** и **Целевое изменение силы**.

Целевой показатель крутящего момента: Значение крутящего момента, при котором прекращается фаза вращения.

Использовать настраиваемое значение целевого крутящего момента:

Установите флажок, чтобы установить собственное целевое значение крутящего момента.

Скорость вращения: Скорость вращения в ходе фазы вращения.

Усиление: Параметр усиления для силы и крутящего момента. По умолчанию установлено значение 0,5. Чем меньше значение, тем точнее выполняется контроль нажимной силы вставки.

Выдавать предупреждение (...): Если флажок установлен, появляется всплывающее сообщение (блокировка), если вставку выполнить не удалось.

Если флажок снят, всплывающее сообщение отображаться не будет, однако пользователь сможет работать с любыми ошибками, используя возвращаемое значение команды.

Информация о возвращаемых значениях приведена в разделе [Возвращаемые значения команды F/T Зафиксировать и повернуть](#).

3.3.5 F/T Защита

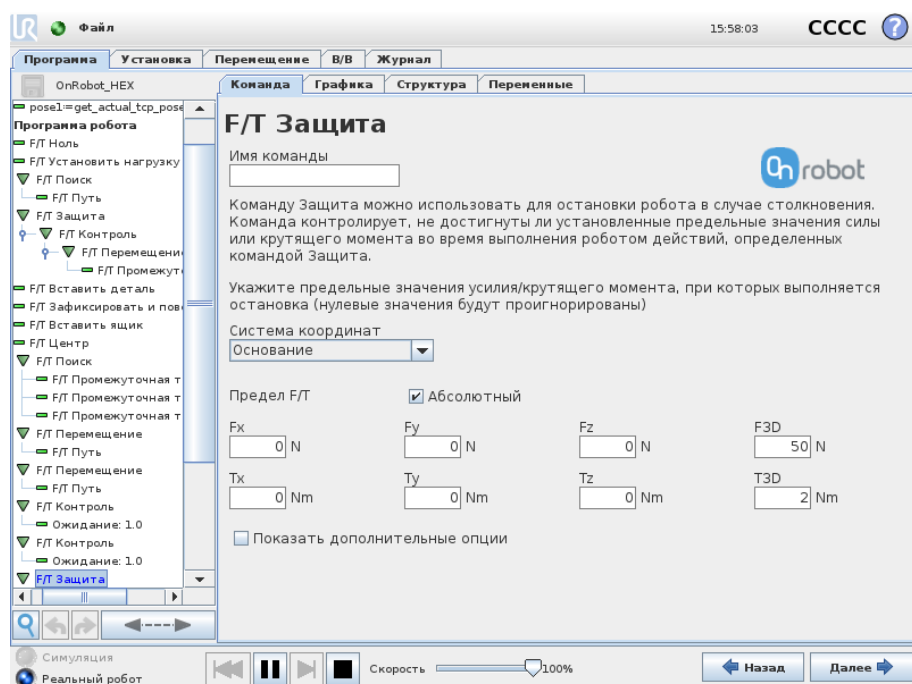
Все команды UR в составе команды F/T Защита будут выполнены, однако робот остановится при достижении одного из установленных предельных значений.

Ограничение силы можно совместить с внешним сигналом ввода/вывода (например: stop if Fz>5 AND digital_in[7] == True).



ПРИМЕЧАНИЕ:

Для отмены смещения силы/крутящего момента выполните команду F/T Ноль в начале команды F/T Защита. Перед запуском команды F/T Защита убедитесь, что инструмент не касается каких-либо объектов, в противном случае команда может продолжать выполняться после достижения указанного предельного значения силы/крутящего момента.

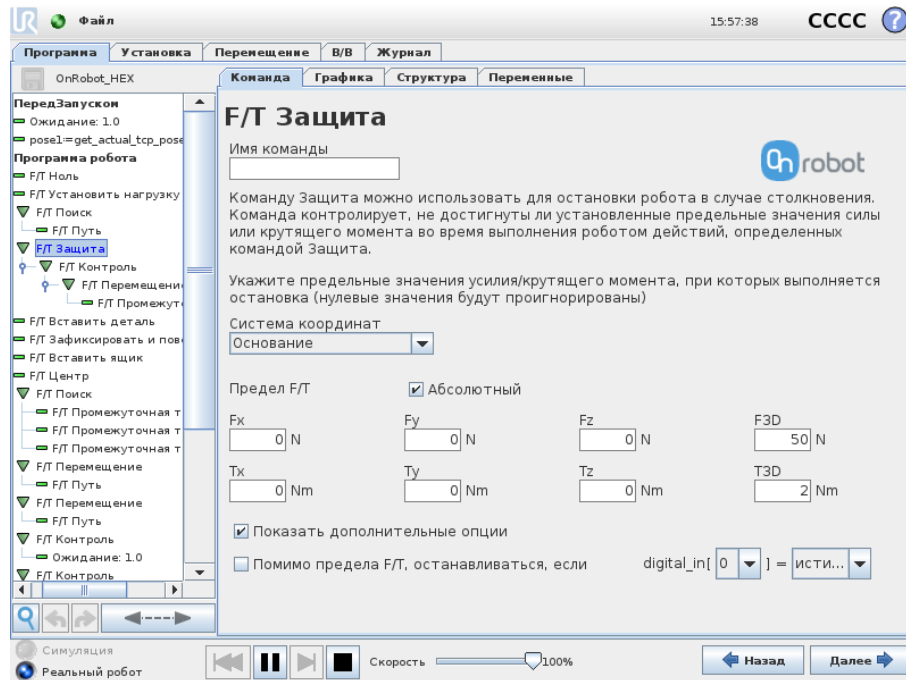


Система координат: Система координат, используемая для перемещения и для показаний датчика. Можно выбрать **Основание** или **Инструмент** (в зависимости от системы координат UR).

Ограничение силы/крутящего момента «Предел F/T»: Это предельное значение обнаружения. Можно указать одно или несколько значений: Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz, F3D, T3D. В этом случае при достижении какого-либо из установленных значений срабатывает остановка. Нулевые значения игнорируются.

Если установлен флажок **Абсолютный**, знак введенных значений не учитывается (например: stop if |Fz| >= 3). Если флажок снят, знак значения определяет, как будет рассчитываться пороговое значение (например: stop if Fz >= 3 или stop if Fz <= -3).

Показать дополнительные опции: Установив этот флажок, можно получить доступ к дополнительным параметрам:



Если установлен флажок **Помимо предела F/T, останавливаться, если...**, будет также контролироваться установленный сигнал ввода/вывода, и при выполнении установленного условия (помимо достижения ограничения силы/крутящего момента) робот будет остановлен. (например: stop if Fz>5 AND digital_in[7] == True).

Эта команда не возвращает никаких значений и останавливает программу по достижении предельного значения.

3.3.6 F/T Вставить ящик

Сначала следует расположить объект вблизи отверстия и начать выполнение программы из наклонного положения (α). В фазе A, если край отверстия не найден, команда будет перемещать объект вдоль установленной оси (например, Z). В фазе B (необязательная фаза) можно найти другой край отверстия (например, боковую сторону отверстия). В фазе α меняется ориентация объекта и производится его выравнивание относительно отверстия (пользователь должен задать правильный угол). Наконец, производится вставка объекта (вдоль оси, определенной в фазе A) на оставшуюся глубину вставки. В случае превышения предельных значений силы и крутящего момента выводится предупреждающее сообщение.



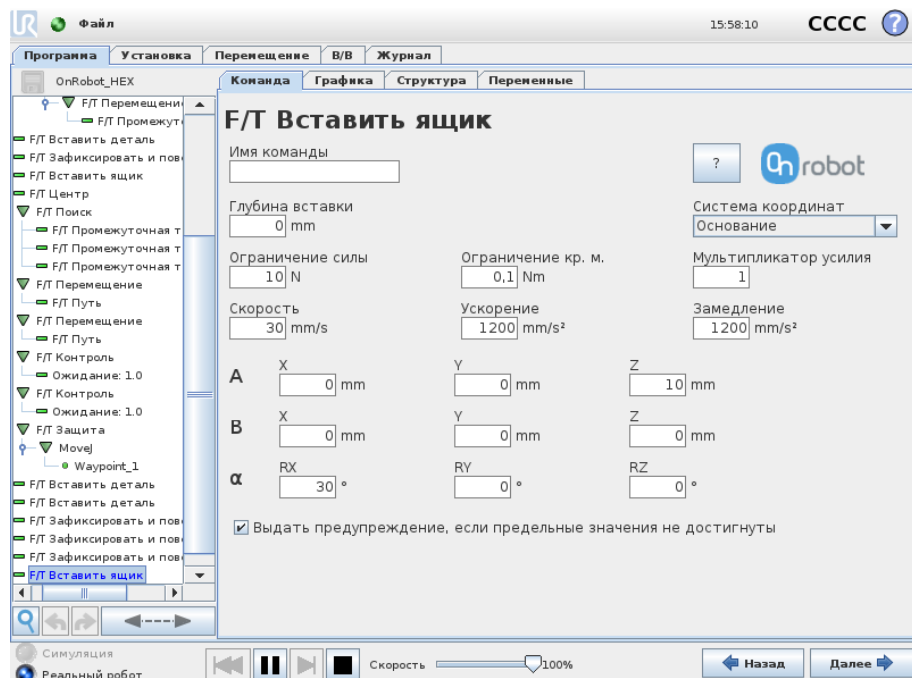
ПРИМЕЧАНИЕ:

Важно установить TCP (центральную точку инструмента) на самом краю объекта.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Для отмены смещения силы/крутящего момента выполните команду F/T Ноль в начале команды F/T Вставить ящик. Перед запуском команды F/T Вставить ящик убедитесь, что инструмент не касается каких-либо объектов, в противном случае команда может продолжать выполняться после достижения указанного предельного значения силы/крутящего момента.



Глубина вставки: Дистанция от стартовой точки вдоль оси, определенной в фазе A.

Система координат: Система координат, используемая для перемещения и для показаний датчика. Можно выбрать **Основание** или **Инструмент** (в зависимости от системы координат UR).

Ограничение силы: Ограничение силы при определении края.

Ограничение кр. м.: Ограничение крутящего момента при корректировке ориентации.

Мультипликатор силы: Величина ограничения силы для обнаружения края умножается на это значение для вычисления предельной силы для окончательной вставки.

Скорость: Скорость перемещения в процессе вставки.

Ускорение: Ускорение при перемещении.

Замедление: Замедление при перемещении.

A: Относительные координаты для перемещения A.

B: Относительные координаты для перемещения B.

α : Относительные углы поворота α .

Выдавать предупреждение (...): Если флажок установлен, появляется всплывающее сообщение (блокировка), если вставку выполнить не удалось.

Если флажок снят, всплывающее сообщение отображаться не будет, однако пользователь сможет работать с любыми ошибками, используя возвращаемое значение команды.

Информация о возвращаемых значениях приведена в разделе [Возвращаемые значения команды F/T](#).

3.3.7 F/T Вставить деталь

Сначала следует установить стержень или штифт, который необходимо вставить в отверстие, так чтобы он указывал в правильном направлении и располагался вблизи отверстия. Окончательное положение определяется командой F/T Вставить деталь. Команда перемещает стержень с заданной предельной силой, а также производит корректировку в случае необходимости. Движение прекращается по достижении установленной глубины вставки.



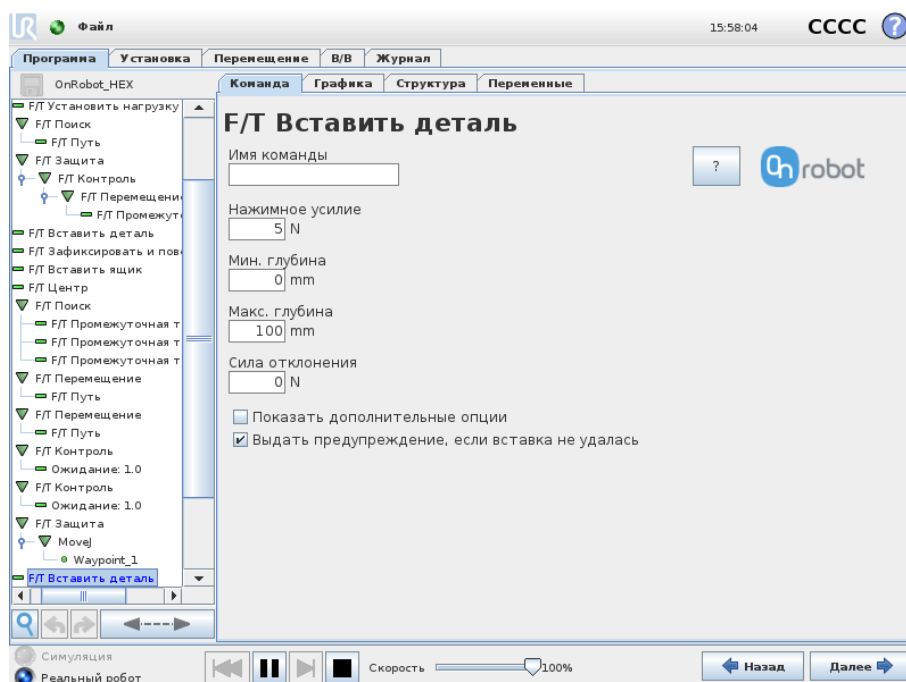
ПРИМЕЧАНИЕ:

Важно установить ТСП (центральную точку инструмента) на самом краю объекта.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Для отмены смещения силы/крутящего момента выполните команду F/T Ноль в начале команды F/T Вставить деталь. Перед запуском команды F/T Вставить деталь убедитесь, что инструмент не касается каких-либо объектов, в противном случае команда может продолжать выполняться после достижения указанного предельного значения силы/крутящего момента.



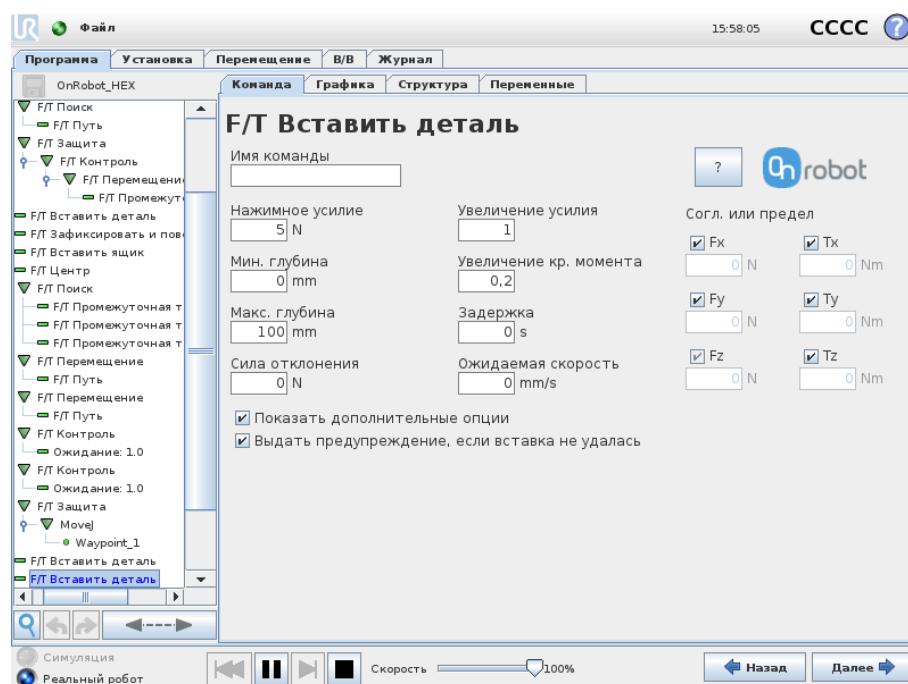
Нажимное усилие: Параметр используется для контроля силы для аккуратной вставки детали в отверстие.

Мин. глубина: Минимальная дистанция от стартовой точки вдоль оси Z (в системе координат инструмента), по достижении которой вставка считается выполненной успешно.

Макс. глубина: Максимальная дистанция от стартовой точки вдоль оси Z (в системе координат инструмента), до которой может выполняться вставка.

Сила отклонения: Если этот параметр установлен, по достижении значения **Мин. глубина**, ожидается «удар», т.е. увеличение нажимной силы (например, при фиксации защелки разъема). Этот параметр определяет дополнительное усилие (сверх параметра **Нажимное усилие**), которое допускается в процессе вставки в промежутке между максимальной и минимальной глубиной вставки.

Флажок **Показать дополнительные опции:** Установив этот флажок, можно получить доступ к дополнительным параметрам:



Увеличение силы: Параметр пропорционального усиления для контроля нажимной силы и боковых сил на согласованных осях.

Увеличение крутящего момента: Параметр пропорционального усиления для контроля крутящего момента на согласованных осях.

Задержка: Максимально допустимое время выполнения всей функции вставки. Если установлено значение 0, этот параметр игнорируется.

Ожидаемая скорость: Минимальная ожидаемая скорость процесса вставки. Если этот параметр установлен, и вставка происходит при меньшей скорости, процесс прерывается, и вставка считается неудавшейся. Если установлено значение 0, этот параметр игнорируется.

Согл. или предел (Fx, Fy, Tx, Ty, Tz): Выбор согласованных осей. Если ось включена (согласована), перемещение вдоль/вокруг этой оси осуществляется с контролем силы/крутящего момента. В противном случае (ось не согласована) перемещение осуществляется с контролем позиции. Осуществляется контроль движения по включенной оси для поддержания установленного значения силы/крутящего момента. Необходимо выбрать как минимум одну согласованную ось.

Выдавать предупреждение (...): Если флажок установлен, появляется всплывающее сообщение (блокировка), если вставку выполнить не удалось.

Если флажок снят, всплывающее сообщение отображаться не будет, однако пользователь сможет работать с любыми ошибками, используя возвращаемое значение команды.

Возвращаемые значения описаны в разделе [Возвращаемые значения команды F/T Вставить деталь](#).

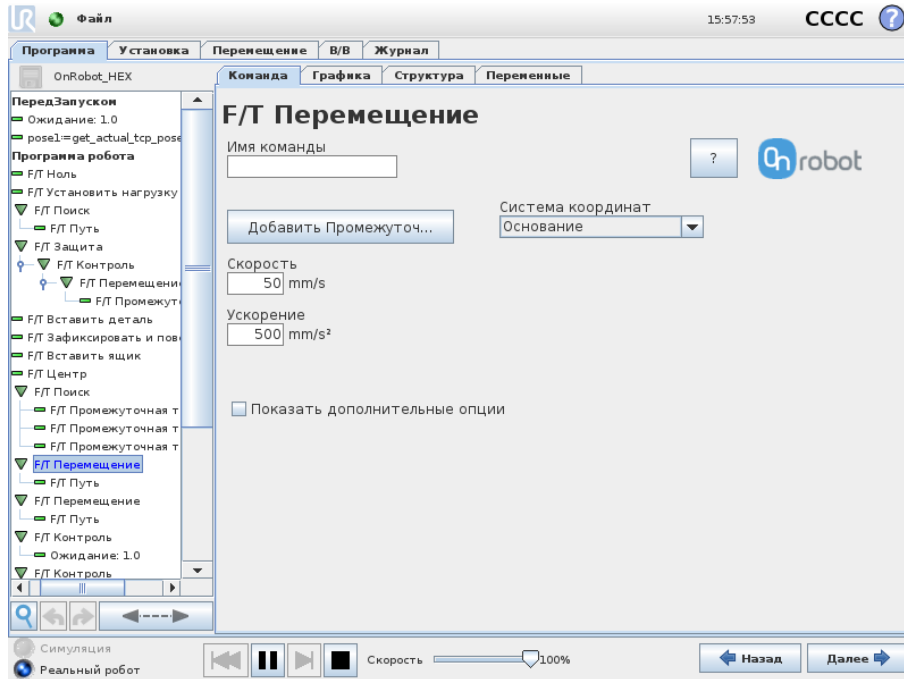
3.3.8 F/T Перемещение

Команду F/T Перемещение можно использовать совместно с командой F/T Контрольная точка для перемещения робота по траектории, либо совместно с командой F/T Путь вдоль пути и остановки его по достижении предельных значений силы/крутящего момента (движение прервано). В этом случае может выводиться предупреждающее сообщение. Если робот достигает конечной точки, перемещение считается успешным.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Для отмены смещения силы/крутящего момента выполните команду F/T Ноль в начале команды F/T Перемещение. Перед запуском команды F/T Перемещение убедитесь, что инструмент не касается каких-либо объектов, в противном случае команда может продолжать выполняться после достижения указанного предельного значения силы/крутящего момента.



Для использования команды **F/T Перемещение** нажмите кнопку **Добавить Промежуточ...**, чтобы добавить **F/T Промежуточная точка** в качестве дочернего узла. Аналогичным образом можно добавить несколько промежуточных точек. Для удаления промежуточной точки перейдите на вкладку **Структура** и нажмите кнопку **Удалить**.

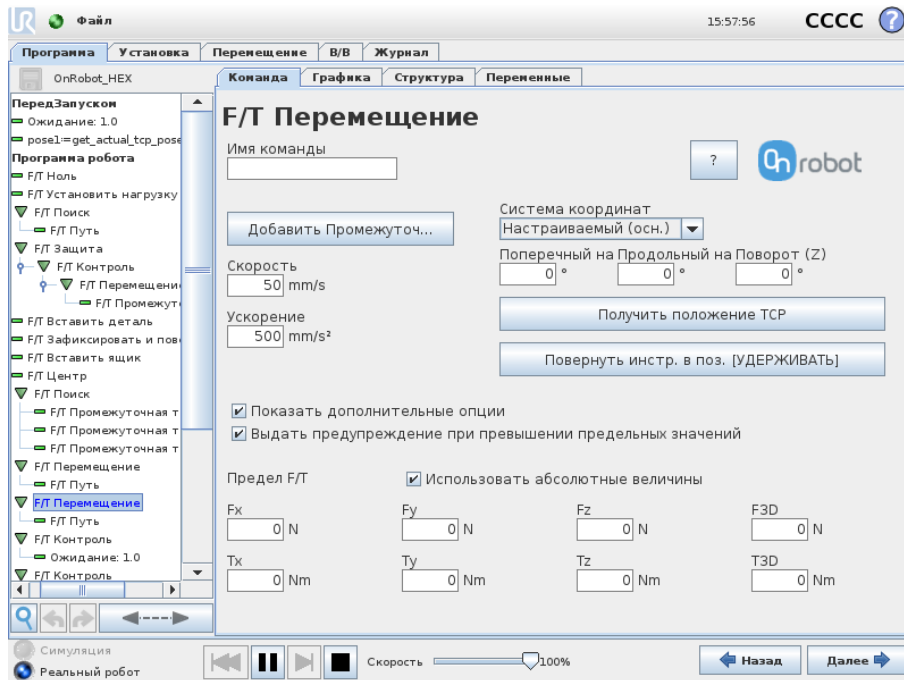
Альтернативный метод: можно добавить команду **F/T Промежуточная точка** или **F/T Путь** в качестве дочернего узла команды **F/T Перемещение** на вкладке **Структура**.

Скорость: Ограничение скорости перемещения. Перемещение выполняется с постоянной продольной скоростью. Если траектория или путь имеют острые углы в направлении движения или в ориентации, фактическая скорость робота может быть ниже указанной, но при этом будет оставаться постоянной на протяжении траектории или пути.

Ускорение: Ускорение или замедление при перемещении.

Система координат: Система координат, используемая для перемещения и для показаний датчика. Можно выбрать системы координат **Основание**, **Инструмент**, **Настраиваемая (основание)**, **Настраиваемая (инструмент)** в зависимости от систем координат UR. Настраиваемые системы координат рассчитываются на основе базовой системы координат с учетом параметров **Поперечного наклона**, **Продольного наклона** и **Поворота**. Для системы координат **Настраиваемая (инструмент)** также можно использовать кнопку **Получить положение TCP** для указания положения системы координат с учетом положения текущей TCP. Для проверки установленного положения можно использовать кнопку **Повернуть инстр. в поз. [УДЕРЖИВАТЬ]**.

Флажок **Показать дополнительные параметры**: Установив этот флажок, можно получить доступ к дополнительным параметрам:



Предел F/T Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz, F3D, T3D: Это предельное значение обнаружения. Можно указать одно или несколько значений: Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz, F3D, T3D. В этом случае при достижении какого-либо из установленных значений срабатывает остановка. Нулевые значения игнорируются.

Если установлен флажок **Использовать абсолютные значения**, знак введенного значения не принимается во внимание (например: $|F_z| > 3$). Если флажок снят, знак определяет, как будет рассчитываться пороговое значение (например: $F_z > 3$ or $F_z \leq -3$)

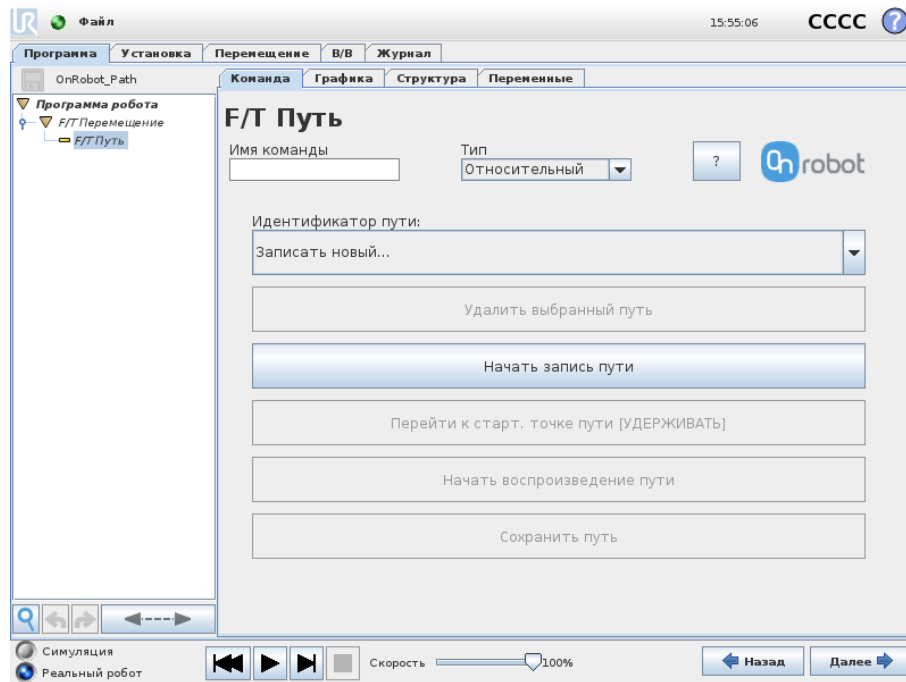
Выдавать предупреждение (...): Если флажок установлен, всплывающее сообщение (блокирование) будет появляться, если целевое положение не достигнуто (перемещение не завершено). Если перемещение завершено успешно, сообщение появляться не будет.

Если флажок снят, всплывающее сообщение отображаться не будет, однако пользователь сможет работать с любыми ошибками, используя возвращаемое значение команды.

Возвращаемые значения описаны в разделе [Возвращаемые значения команды F/T Перемещение](#).

3.3.9 F/T Путь

Команда F/T Путь может использоваться совместно с командой F/T Перемещение или F/T Поиск для записи и воспроизведения пути.



Тип: Если выбран тип «Относительный», путь воспроизводится начиная с фактического положения инструмента, а не с абсолютного положения, в котором он был записан. Если выбран тип «Абсолютный», инструмент перемещается в стартовую точку и путь воспроизводится, начиная с этой точки.

Раскрывающийся список **Идентификатор пути:** В списке приведены все пути, записанные в вычислительном блоке Compute Box. При сохранении пути ему присваивается идентификатор. Если в списке нет несохраненных записанных путей, в нем появится пункт **Записать новый...**, который следует использовать для записи нового пути. При наличии записанного пути, который не был сохранен, в списке появится пункт **Несохраненный**.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Может существовать только один несохраненный путь. Он будет перезаписан в момент начала записи пути, если выбран пункт меню **Несохраненный**.

Кнопка **Удалить выбранный путь:** При нажатии этой кнопки удаляется без возможности восстановления текущий путь в раскрывающемся списке **Идентификатор пути** на вычислительном блоке Compute Box.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Не удаляйте пути, которые используют другие команды (помимо команды F/T Путь).

Кнопка **Начать запись пути**: При нажатии этой кнопки начинается запись пути с помощью автоматического включения функции ручного управления.

Кнопка **Остановить запись пути**: При нажатии этой кнопки функция ручного управления отключается и путь сохраняется в памяти. Функция не записывает путь для постоянного хранения.

Кнопка **Перейти к старт. точке пути [УДЕРЖИВАТЬ]**: при нажатии этой кнопки инструмент перемещается в стартовую точку пути. Функцию можно использовать только в случае, если путь не является относительным.

Кнопка **Начать воспроизведение пути**: При нажатии этой кнопки начинается воспроизведение пути, даже если он не записан, а только сохранен в памяти.

Кнопка **Остановить воспроизведение пути**: При нажатии этой кнопки воспроизведение пути останавливается.

Кнопка **Сохранить путь**: При нажатии этой кнопки несохраненные пути сохраняются в вычислительном блоке Compute Box.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Движения вращения, связанные с продольными перемещениями согласно записи пути, ограничены скоростью 2,8 градусов/сек или менее, поскольку при более высоких соотношениях робот будет воспроизводить путь с очень низкой продольной скоростью. Таким образом, движения вращения без продольных перемещений нельзя записать в качестве пути.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

При воспроизведении пути максимальное отклонение относительно оригинального записанного перемещения может достигать 1 мм.

Эта команда не возвращает никаких значений.

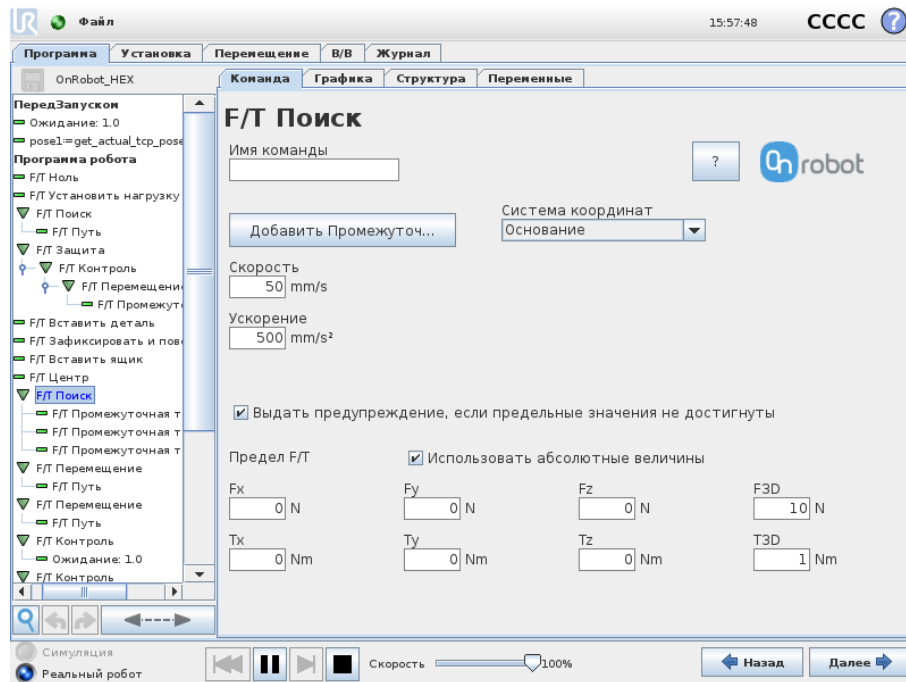
3.3.10 F/T Поиск

Команда F/T Поиск используется совместно с командой F/T Промежуточная точка для перемещения робота по траектории, либо совместно с командой F/T Путь для перемещения робота вдоль пути и остановки его по достижении предельных значений силы/крутящего момента (объект найден). Если робот достигает конечной точки или последней точки пути, поиск считается неудавшимся (объект не найден) и выводится предупреждающее сообщение.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Для отмены смещения силы/крутящего момента выполните команду F/T Ноль в начале команды F/T Поиск. Перед запуском команды F/T Поиск убедитесь, что инструмент не касается каких-либо объектов, в противном случае команда может продолжать выполняться после достижения указанного предельного значения силы/крутящего момента.



Для использования команды F/T Поиск нажмите кнопку **Добавить Промежуточ...**, чтобы добавить F/T Промежуточная точка в качестве дочернего узла. Аналогичным образом можно добавить несколько промежуточных точек. Для удаления промежуточной точки перейдите на вкладку **Структура** и нажмите кнопку **Удалить**.

Альтернативный метод: можно добавить команду F/T Промежуточная точка или F/T Путь в качестве дочернего узла команды F/T Поиск на вкладке **Структура**.

Скорость: Скорость перемещения в процессе поиска столкновения. Перемещение выполняется с постоянной продольной скоростью. Если траектория или путь имеют острые углы в направлении движения или в ориентации, фактическая скорость робота может быть ниже указанной, но при этом будет оставаться постоянной на протяжении траектории или пути.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Чем ниже скорость в процессе поиска, тем лучше для работы с твердыми объектами (такими как металлические поверхности), поскольку это помогает избежать отклонений вследствие момента инерции робота и инструмента.

Ускорение: Ускорение или замедление при перемещении.

Предел F/T $F_x, F_y, F_z, T_x, T_y, T_z, F3D, T3D$: Это предельное значение обнаружения. Можно указать одно или несколько значений: $F_x, F_y, F_z, T_x, T_y, T_z, F3D, T3D$. В этом случае при достижении какого-либо из установленных значений срабатывает остановка. Нулевые значения игнорируются.

Если установлен флажок **Использовать абсолютные значения**, знак введенного значения не принимается во внимание (например: $|F_z| > 3$). Если флажок снят, знак определяет, как будет рассчитываться пороговое значение (например: $F_z > 3$ or $F_z \leq -3$)

Система координат: Система координат, используемая для перемещения и для показаний датчика. Можно выбрать системы координат *основание*, *инструмент*, *настраиваемая (основание)*, *настраиваемая (инструмент)* в зависимости от систем координат UR. Настраиваемые системы координат рассчитываются на основе базовой системы координат с учетом параметров **Поперечного наклона, Продольного наклона и Поворота**. Для системы координат *Настраиваемая (инструмент)* также можно использовать кнопку **Получить положение ТСР** для указания положения системы координат с учетом положения текущей ТСР. Для проверки установленного положения можно использовать кнопку **Повернуть инстр. в поз. [УДЕРЖИВАТЬ]**.

Выдавать предупреждение (...): Если флажок установлен, всплывающее сообщение (блокирующее) будет появляться, если целевое положение достигнуто или произошло столкновение (поиск завершен неудачно). Если поиск выполнен успешно, сообщение появляться не будет.

Если флажок снят, всплывающее сообщение отображаться не будет, однако пользователь сможет работать с любыми ошибками, используя возвращаемое значение команды.

Возвращаемые значения описаны в разделе [Возвращаемые значения команды F/T Поиск](#).

3.3.11 F/T Промежуточная точка

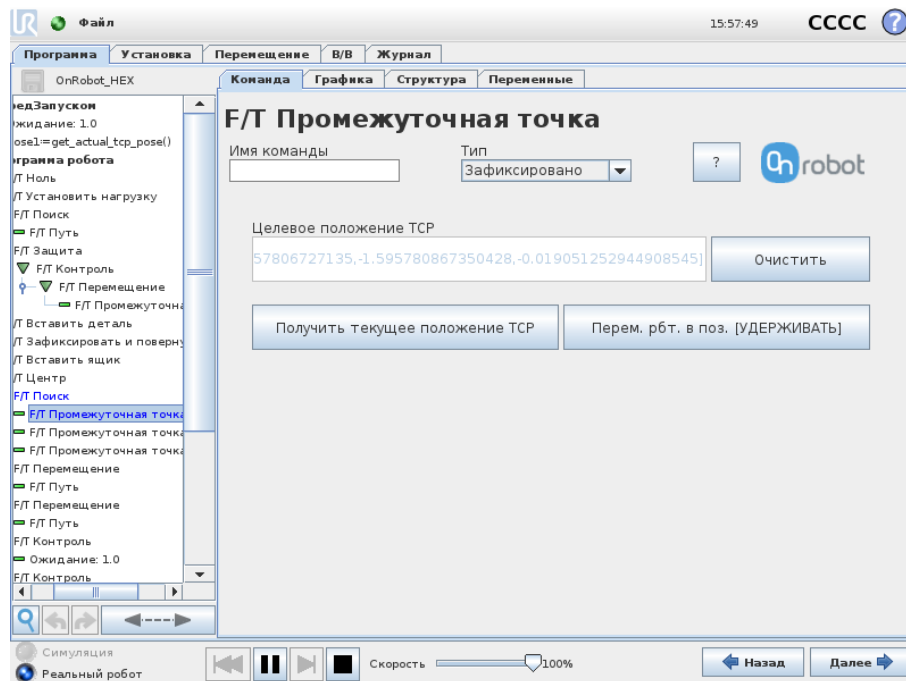
Команда F/T Промежуточная точка может использоваться совместно с командой F/T Перемещение или F/T Поиск для перемещения робота вдоль траектории. Существует три типа промежуточных точек (фиксированная, относительная и переменная), которые можно использовать в любом сочетании.



ПРИМЕЧАНИЕ:

Не используйте несколько последовательных команд F/T Промежуточные точки, содержащих только вращение, в одной команде F/T Перемещение. Для выполнения нескольких вращений без продольного перемещения используйте несколько команд F/T Перемещение.

Тип контрольной точки: Тип контрольной точки. Точка может быть Зафиксировано, Относительный или Переменная.

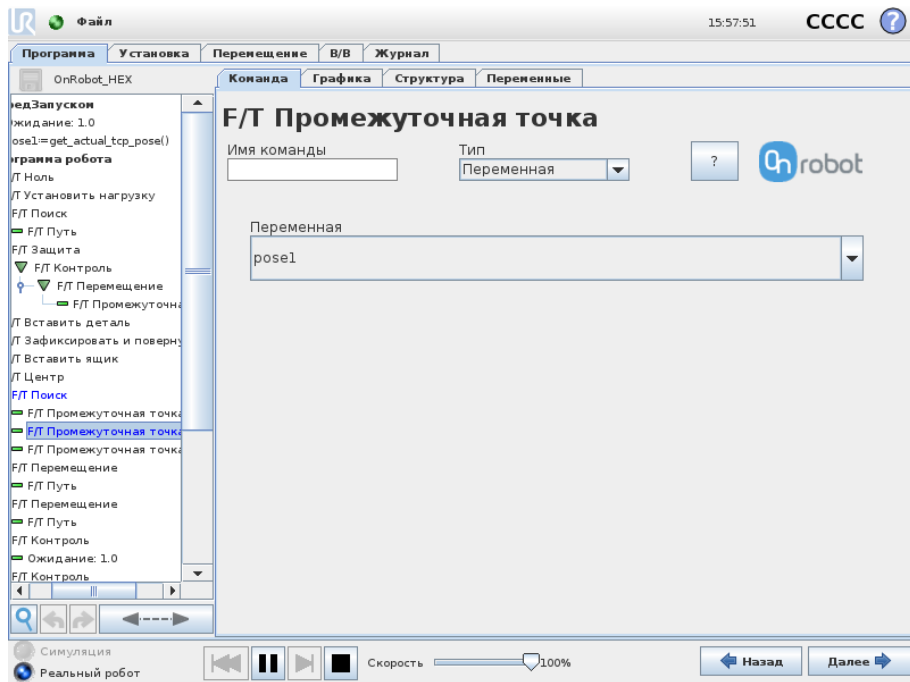


Целевое положение TCP: Положение, представленное контрольной точкой на траектории движения робота. Это поле имеет свойство «только для чтения». Значение в этом поле можно изменить только с помощью кнопки **Получить текущее положение TCP**.

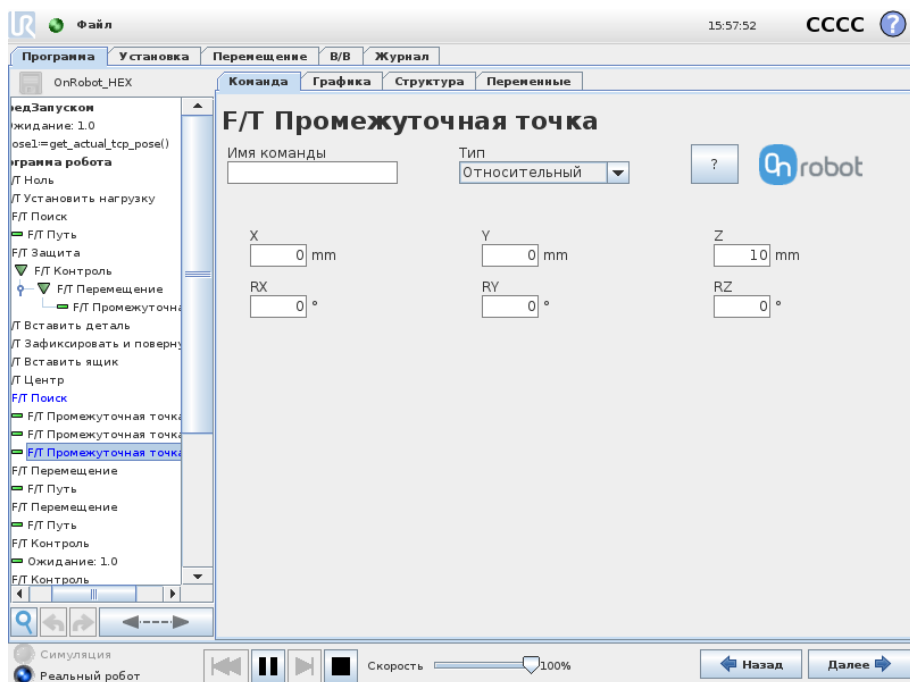
Кнопка **Очистить** очищает поле **Целевое положение TCP**.

Кнопка **Получить текущее положение TCP** вставляет текущие координаты TCP в поле **Целевое положение TCP**.

Кнопка **Перем. рбт. в поз. [УДЕРЖИВАТЬ]**: при нажатии и удержании кнопки происходит перемещение робота в положение, указанное в поле **Целевое положение TCP**. При отпускании кнопки робот останавливается.



Переменная: Положение, представленное контрольной точкой на траектории движения робота. Переменная может определять целевое положение. Для этого сначала необходимо создать переменную.

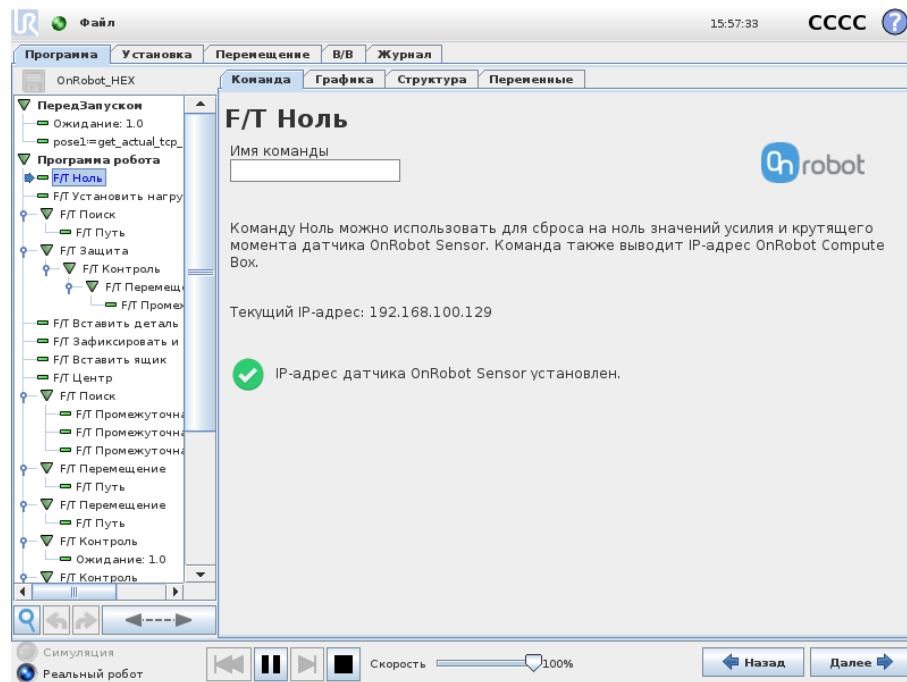


Относительный X, Y, Z, RX, RY, RZ: расстояния и повороты относительно предшествующего положения робота, которым соответствует данная контрольная точка.

Эта команда не возвращает никаких значений.

3.3.12 F/T Ноль

Команду F/T Ноль можно использовать для сброса на ноль значений силы/крутящего момента пальцевого датчика RG2-FT.



Эта команда не возвращает никаких значений.

3.4 Примеры задач

3.4.1 Обнаружение столкновений

Функцию обнаружения столкновений можно реализовать с помощью следующих команд:

1. **F/T Поиск:** Команда может использоваться для обнаружения присутствия. Она выполняет поиск объекта и остановку в случае его обнаружения. Если объект не найден, выводится предупреждающее сообщение. Если положение объекта меняется, команду также можно использовать для быстрого определения его точного местоположения.
2. **F/T Перемещение:** Команда может использоваться для перемещений с ограничением силы/крутящего момента. Команда аналогична команде UR Перемещение, но имеет встроенные ограничения силы/крутящего момента и поддерживает параметры относительного смещения (пример: `move 1 cm or 1 inch along the Z axis`).
3. **F/T Защита:** Команда может использоваться в сочетании с любой командой UR для ограничения приложенного силы/крутящего момента. Она отслеживает установленные предельные значения по мере выполнения вашей программы и в случае достижения предельных значений останавливает робот.

В папке `programs/OnRobot_UR_Programs` можно найти пример программы UR для обнаружения столкновения: *OnRobot_Collision_Detection_Example.urp*.

3.4.2 Обнаружение центральной точки

С помощью аккуратных прикосновений робот определяет геометрический центр отверстия. Команда также подходит для работы с блестящими металлическими объектами, работа с которыми обычно сильно затруднена для систем с камерами.

В папке `programs/OnRobot_UR_Programs` можно найти пример программы UR для обнаружения центральной точки: *OnRobot_Centerpoint_Detection_Example.urp*.

3.4.3 Полировка и пескоструйная обработка

Для выполнения задач полировки или пескоструйной обработки очень важно поддерживать постоянное заданное усилие. Это можно реализовать с помощью наших функций контроля силы/крутящего момента, которые используют следующие две команды:

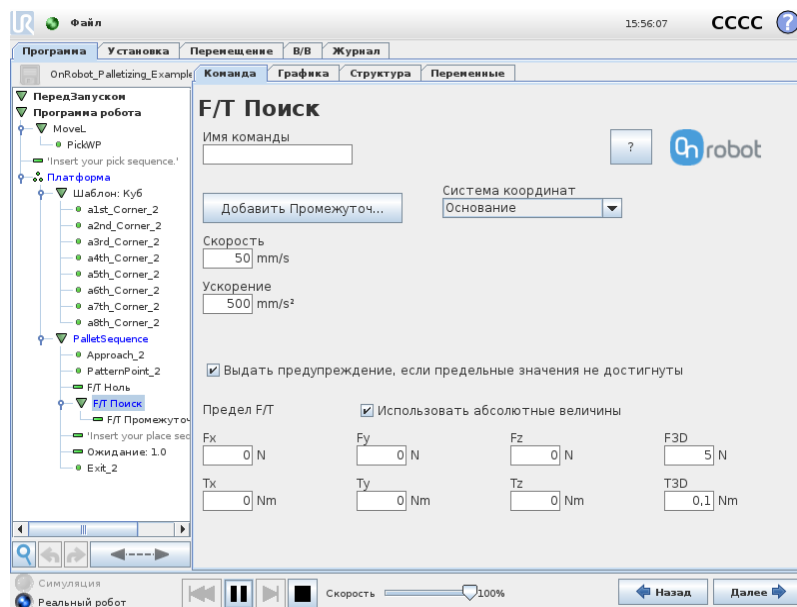
1. **F/T Контроль:** Эта команда аналогична встроенной команде UR Усилие, но использует более точный силомоментный датчик OnRobot в качестве источника сигнала для получения превосходных результатов даже при работе с минимальными силами. Функция контроля силы/крутящего момента поддерживает постоянную установленную силу/крутящий момент при движении вдоль согласованных осей. Движение вдоль несогласованных осей осуществляется с помощью контроля позиции (только с командой F/T Перемещение).
2. **F/T Перемещение:** Команда может использоваться для контроля позиции (перемещения) робота вдоль/вокруг несогласованных осей при выполнении команды F/T Контроль.

В папке `programs/OnRobot_UR_Programs` можно найти пример программы UR для полировки и пескоструйной обработки: *OnRobot_Plastic_Partingline_Removal_Example.urp*.

3.4.4 Паллетирование

Паллетирование объектов, с которыми необходимо обращаться осторожно, может представлять собой сложную задачу. Укладка подвижных картонных коробок одна возле другой требует большего, чем просто позиционирование по фиксированной схеме. Использование встроенной команды UR для паллетирования совместно с нашей командой F/T Поиск позволяет легко справиться с подобными непростыми задачами.

Сначала следует настроить встроенную команду UR `Pallet` для создания нужной схемы укладки. Устанавливаемые позиции должны располагаться чуть дальше окончательных целевых позиций объектов. Это позволяет команде F/T Поиск находить соседние объекты с помощью легкого касания и таким образом адаптироваться к возможным ошибкам позиционирования.



При необходимости можно использовать несколько команд F/T Поиск для выравнивания объекта по горизонтали и по вертикали.

Для команды F/T Поиск следует всегда использовать входные параметры с относительным смещением, с тем чтобы укладка всегда соответствовала схеме.

Дополнительная информация приведена в разделе [F/T Поиск](#).

В папке `programs/OnRobot_UR_Programs` можно найти пример программы UR для паллетирования: `OnRobot_Palletizing_Example.urp`.

3.4.5 Вставка стержня

Вставку стержней или штифтов в узкие отверстия невозможно осуществить с помощью обычных решений на основе позиционирования. Даже камеры не дают полной уверенности в надежности такого решения.

С помощью нашего F/T датчика OnRobot и команды F/T Вставить стержень можно легко и надежно решать задачи, требующие точной установки.

В папке `programs/OnRobot_UR_Programs` можно найти пример программы UR для вставки стержня: *OnRobot_Pin_Insertion_Example.urp*.

3.4.6 Вставка коробки

Вставка прямоугольного объекта в прямоугольное отверстие является широко распространенной задачей. Например, это происходит при установке автомобильной аудиосистемы в кронштейн или при вставке батареи в мобильный телефон.

Команда F/T Вставить ящик позволяет легко решать подобные задачи.

В папке `programs/OnRobot_UR_Programs` можно найти пример программы UR для вставки ящика: *OnRobot_Box_Insertion_Example.urp*.

3.4.7 Зафиксировать и повернуть

С помощью нашего F/T датчика OnRobot и команды F/T Зафиксировать и повернуть можно легко и надежно решать задачи, требующие использования байонетного крепления.

4 Словарь терминов

| Термин | Описание |
|----------------------------|--|
| Compute Box | Устройство, поставляемое компанией OnRobot вместе с датчиком. Оно выполняет расчеты, необходимые для выполнения команд и приложений, разработанных компанией OnRobot. Устройство необходимо подключить к датчику и к контроллеру робота. |
| OnRobot Data Visualization | Программное обеспечение, разработанное компанией OnRobot для визуализации данных с датчика. Программное обеспечение можно установить на компьютер под управлением ОС Windows. |

5 Список акронимов

| Акроним | Расшифровка |
|---------|---|
| DHCP | Dynamic Host Configuration Protocol (протокол динамической настройки хостов) |
| DIP | Dual In-line Package (двухрядный корпус) |
| F/T | Force/Torque (усилие/крутящий момент) |
| ID | Identifier (идентификатор) |
| IP | Internet Protocol (протокол Internet) |
| IT | Information technology (информационные технологии) |
| MAC | Media Access Control (управление доступом к среде) |
| PC | Personal Computer (персональный компьютер) |
| RPY | Roll-Pitch-Yaw Усилие с пропорциональным усилением (поперечный наклон, продольный наклон, поворот) |
| SP | Starting Position (стартовое положение) |
| SW | Software (программное обеспечение) |
| TCP | Tool Center Point (центральная точка инструмента, ЦТИ) |
| UR | Universal Robots (универсальные роботы) |
| URCap | Universal Robots Capabilities |
| USB | Universal Serial Bus (универсальная последовательная шина) |
| UTP | Unshielded Twisted Pair (неэкранированная витая пара) |

6 Приложение

6.1 Изменение IP-адреса вычислительного блока Compute Box

Для изменения IP-адреса датчика подключите ноутбук или настольный PC к вычислительному блоку OnRobot Compute Box.

1. Убедитесь, что питание устройства выключено. Подключите устройство к компьютеру с помощью входящего в комплект Ethernet-кабеля.
2. Если на вашем устройстве используются заводские настройки, перейдите к шагу 3. В противном случае переведите DIP-переключатель 3 в положение ON (вверх), а DIP-переключатель 4 — в положение OFF (вниз).



3. Подключите устройство к источнику питания с помощью входящего в комплект кабеля питания и подождите 30 секунд, пока устройство загрузится.
4. Откройте веб-браузер (рекомендуется использовать Internet Explorer) и перейдите по адресу <http://192.168.1.1>. Появится экран приветствия.
5. Нажмите **Configuration** в верхнем меню. Появится показанный ниже экран:

OnRobot Web Client 4.0.1

DEVICES CONFIGURATION PATHS UPDATE

Configuration

This page allows the configuration of the network settings of the device.

CAUTION

Incorrect settings may cause the device to lose network connectivity.

The new network configuration values will not be stored unless the DIP-switch is in OFF (down) state.

Enter the new settings for the device below:

| | |
|--------------|-------------------|
| MAC address | b8:27:eb:84:54:78 |
| Network mode | Static IP |
| IP address | 192.168.1.1 |
| Subnet mask | 255.255.255.0 |

SAVE

Copyright © 2018 OnRobot A/S
Teglvaerksvej 47H 5220 Odense, Denmark

info@onrobot.com

6. Выберите опцию **Static IP** в раскрывающемся меню **Network mode**.
7. Введите IP-адрес.

8. Установите DIP-переключатель 3 в положение OFF.
9. Нажмите кнопку **Save**.
10. Откройте веб-браузер (рекомендуется использовать Internet Explorer) и перейдите по адресу, указанному в шаге 7.

6.2 Обновление ПО вычислительного блока

См. Описание вычислительного блока.

6.3 Удаление ПО

1. Для удаления установленных ранее программных файлов OnRobot UR выполните одно из следующих действий:
 - а. Удалите файлы и папку с помощью команды **Удалить** пульта обучения во время работы с файлами (например, «Загрузить программу», «Сохранить программу»).
 - б. Скопируйте файл `uninstall.sh` с USB-носителя на новый USB-носитель, переименуйте файл в `urmagic_OnRobot_uninstall.sh` и подключите носитель к пульта обучения. Файл создает резервную копию на USB-носителе, а затем удаляет с UR папку `OnRobot_UR_Programs` без возможности восстановления.
2. Удаление плагина URCap.
 - а. Перейдите на экран приветствия PolyScope.
 - б. Нажмите **Настройка робота**.
 - в. Нажмите **Установка URCaps** и найдите пункт FT – OnRobot в списке активных URCaps.
 - г. Нажмите значок «-» в нижней части для удаления плагина.
 - д. Перезапустите робот.

6.4 Возвращаемые значения

Приведенные ниже команды OnRobot, у которых имеются возвращающие значения, выполняют обновление переменной `of_return` после завершения команды. Эту глобальную переменную можно использовать со встроенными условными выражениями UR If (например: `if of_return == 1`, то сделай что-нибудь).

6.4.1 Возвращаемые значения команды F/T Центр

- 0 Успешно установлен в центральной точке.
- 1 Первый поиск границ выполнить не удалось. При перемещении была достигнута предельная дистанция.
- 2 Второй поиск границ выполнить не удалось. При перемещении была достигнута предельная дистанция.
- 3 Не удалось достичь центральной точки. Инструмент столкнулся с препятствием во время движения.
- 4 Поиск не был запущен в силу определенных условий.
- 5 Второй поиск не был запущен в силу определенных условий.
- 99 Не задавать более одного параметра направления.

6.4.2 Возвращаемые значения команды F/T Зафиксировать и повернуть

- 0 Команда выполнена без ошибок.
- 11 Поиск центральной точки ориентации по Ry выполнить не удалось.
- 12 Поиск центральной точки ориентации по Ry выполнить не удалось.
- 21 Вращение выполнить не удалось, зафиксировано столкновение.
- 22 Вращение завершено успешно (без столкновений).
- 99 Ошибка параметра.

6.4.3 Возвращаемые значения команды F/T Вставить ящик

- 0 Команда выполнена без ошибок.
- 1 Первый поиск направления выполнить не удалось. При перемещении была достигнута предельная дистанция.
- 2 Второй поиск направления выполнить не удалось. При перемещении была достигнута предельная дистанция.
- 3 Наклон назад выполнить не удалось. Произошло столкновение.
- 4 Наклон выполнить не удалось. Произошло столкновение.
- 5 Коробка застряла в процессе вставки, при этом центр указывает в направлении оси X! Проверьте положение и ориентацию.

- 6 Коробка застряла в процессе вставки, при этом центр указывает в направлении оси Y! Проверьте положение и ориентацию.
- 7 Коробка застряла в процессе вставки, при этом центр указывает в направлении оси Z! Проверьте положение и ориентацию.
- 8 Коробку невозможно вставить, произошло слишком много столкновений. Проверьте положение и ориентацию.

6.4.4 Возвращаемые значения команды F/T Вставить деталь

- 0 При выполнении команды достигнута максимальная дистанция.
- 1 Выполнение команды прервано при ударе после достижения минимальной глубины вставки.
- 2 Выполнение команды прервано: объект застрял после достижения минимальной глубины вставки. Вставка происходит медленнее заданной скорости.
- 3 Выполнение команды прервано: объект застрял до достижения минимальной глубины вставки. Вставка происходит медленнее заданной скорости.
- 4 Выполнение команды прервано вследствие задержки после достижения минимальной глубины вставки.
- 5 Выполнение команды прервано вследствие задержки до достижения минимальной глубины вставки.
- 6 Выполнение команды прервано из-за слишком высоких боковых усилий/крутящих моментов на несогласованных осях после достижения минимальной глубины вставки.
- 7 Выполнение команды прервано из-за слишком высоких боковых усилий/крутящих моментов на несогласованных осях до достижения минимальной глубины вставки.
- 8 Ошибка параметра команды.

6.4.5 Возвращаемые значения команды F/T Перемещение

- 0 Перемещение завершено, усилие или крутящий момент, превышающие установленные предельные значения, не обнаружено.
- 1 Перемещение завершено, поскольку зарегистрировано усилие или крутящий момент, превышающие установленные предельные значения.
- 3 Невозможно начать перемещение, поскольку усилие или крутящий момент превышают установленные предельные значения.
- 11 Невозможно начать перемещение, поскольку в вычислительном блоке Compute Box нет записанных путей с выбранным идентификатором.
- 12 Невозможно начать перемещение, поскольку в данном пути нет записанных точек.

- 13 Невозможно начать перемещение, поскольку файл пути с данным идентификатором пути пуст.
- 14 Невозможно начать перемещение, поскольку файл пути поврежден.

6.4.6 Возвращаемые значения команды F/T Поиск

- 0 Поиск завершен успешно, поскольку зарегистрировано усилие или крутящий момент, превышающие установленные предельные значения.
- 1 Поиск завершен, усилие или крутящий момент, превышающие установленные предельные значения, не обнаружено.
- 3 Невозможно начать поиск, поскольку усилие или крутящий момент превышают установленные предельные значения.
- 11 Невозможно начать поиск, поскольку в вычислительном блоке нет записанных путей.
- 12 Невозможно начать поиск, поскольку в данном пути нет записанных точек.
- 13 Невозможно начать поиск, поскольку файл пути с данным идентификатором пути пуст.
- 14 Невозможно начать поиск, поскольку файл пути поврежден.

6.4.7 Возвращаемые значения команды F/T Укладка в стопку

Возвращаемые значения команды Stack:

- 0 Одна итерация укладки в стопку завершена.
- 1 Счетчик итераций превышает максимальное значение: стопка заполнена.
- 2 Укладку в стопку выполнить не удалось. Следующий объект не найден.
- 3 Невозможно начать укладку в стопку, поскольку усилие или крутящий момент превышают установленные предельные значения.
- 4 Перемещение к следующему элементу не выполнено, произошло столкновение.
- 5 Перемещение к стартовой точке не выполнено, произошло столкновение.

Возвращаемые значения команды Destack:

- 0 Одна итерация разборки стопки завершена.
- 1 Счетчик итераций превышает максимальное значение: стопка пуста.
- 2 Разборку стопки выполнить не удалось. Следующий объект не найден.
- 3 Невозможно начать разборку стопки, поскольку усилие или крутящий момент превышают установленные предельные значения.
- 4 Перемещение к следующему элементу не выполнено, произошло столкновение.
- 5 Перемещение к стартовой точке не выполнено, произошло столкновение.

6.5 Поиск и устранение неисправностей


6.5.1 Ошибка настройки плагина URCap

Существует три возможные причины появления значка ошибки .

1. Если в раскрывающемся меню **Обнаруженные устройства** отображается сообщение об ошибке «Устройства не обнаружены!», см. [«Устройства не обнаружены»](#).
2. Если устройство или устройства OnRobot успешно обнаружены, но пункт **IP-адрес робота UR** отображает значение «N/A», для поиска ошибки см. [Значение «N/A» для IP-адреса робота UR](#).
3. Если устройства OnRobot успешно обнаружены и пункт «IP-адрес робота UR» отображает действительный IP-адрес, для поиска неисправности см. [Устройство обнаружено, UR имеет IP-адрес](#).

6.5.1.1 «Устройства не обнаружены»

Если в раскрывающемся меню **Обнаруженные устройства** отображается сообщение об ошибке «УСТРОЙСТВА НЕ ОБНАРУЖЕНЫ!», проверьте подключения вычислительного блока Compute Box и датчика, после чего попробуйте перезапустить вычислительный блок Compute Box.

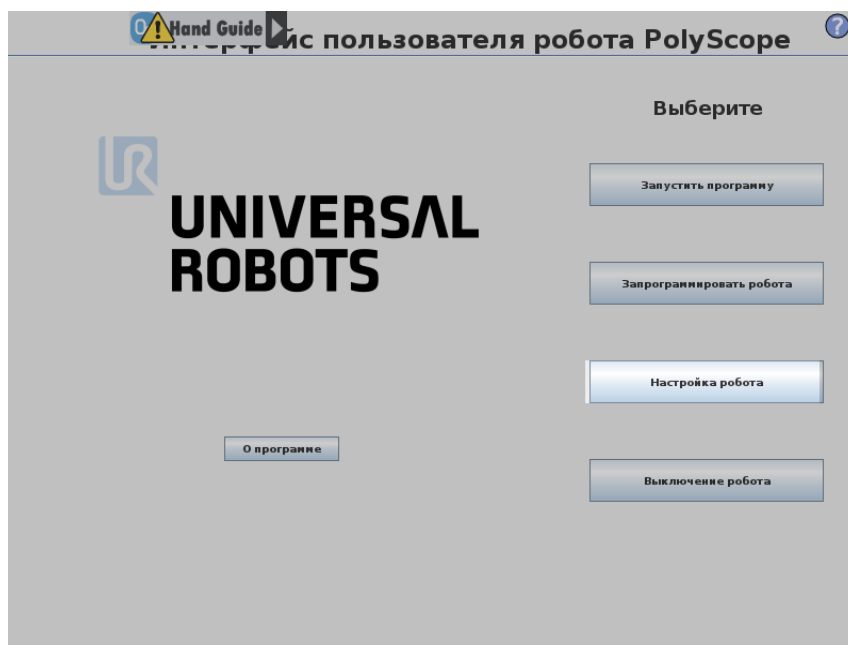
Через 60 секунд (когда оба индикатора состояния на вычислительном блоке Compute Box загорятся зеленым) попробуйте повторить поиск вручную, нажав значок обновления .

6.5.1.2 IP-адрес робота UR: значение «N/A»

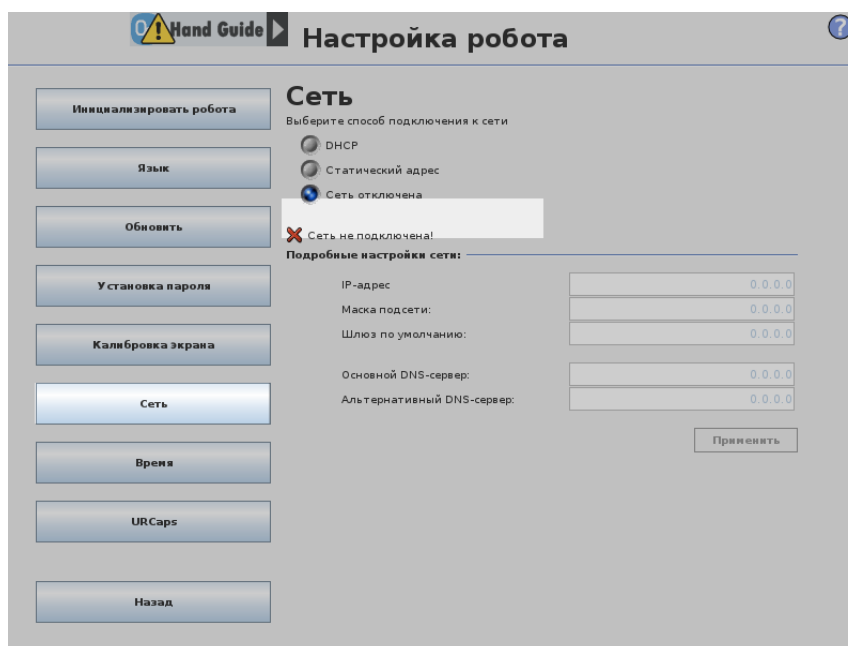
Эта ошибка может появляться, если не выполнены сетевые настройки робота UR.

Для устранения этой проблемы проверьте сетевые настройки робота UR, выполнив следующие действия:

1. Нажмите кнопку «Настройка робота».



2. Нажмите кнопку «Настройки сети».
3. Если сеть UR отключена:
4. Если устройство OnRobot подключено к роботу UR напрямую, выберите «DHCP» и нажмите кнопку «Применить». Сервис OnRobot назначит IP-адрес.
5. Если устройство OnRobot не подключено к роботу UR напрямую, проверьте, подключено ли устройство OnRobot к той же сети (маршрутизатору, коммутатору и т.п.), что и робот UR, либо обратитесь к сетевому администратору.
6. Если после выбора «DHCP» или «Статический адрес» проблема сохраняется, обратитесь к сетевому администратору.



Для «DHCP»: после назначения роботу UR IP-адреса переключитесь в режим Статический адрес (IP-адрес робота UR должен остаться прежним) и нажмите кнопку **Применить**. IP-адрес будет зафиксирован и не будет меняться в дальнейшем.

После этого повторите шаги, описанные в разделе [Настройка плагина URCap](#).

6.5.1.3 Устройство найдено, робот UR имеет IP-адрес

Эта ошибка может появляться, если робот и устройство не находятся в одной подсети.

Для устранения неполадки выполните следующие действия:

1. Если устройство OnRobot не подключено к роботу UR напрямую, проверьте, установлен ли DIP-переключатель 3 на вычислительном блоке Compute Box в положение OFF (вниз), как показано на рисунке ниже:



2. Если DIP-переключатель установлен в положение ON, переведите его в положение OFF, затем перезапустите устройство OnRobot (отключив и снова включив питание) и повторите действия, описанные в разделе [Настройка плагина URCap](#).

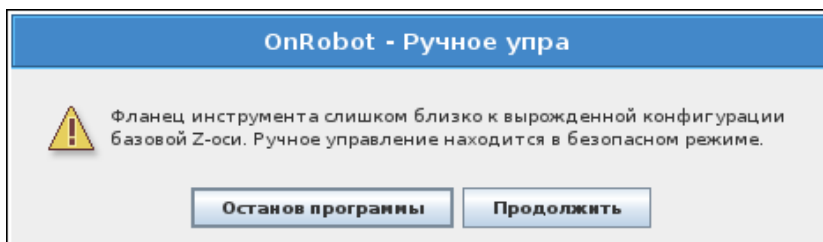
Если проблема сохраняется, выполните следующие действия:

1. Откройте страницу «Настройка сети» робота UR, как описано в разделе [IP-адрес робота UR: значение «N/A»](#).
2. Установите маску подсети «255.0.0.0».
3. Нажмите кнопку «Применить».

После этого повторите шаги, описанные в разделе [Настройка плагина URCap](#).

6.5.2 Слишком близко к вырожденной конфигурации

В процессе ручного управления, если инструмент подведен слишком близко к цилиндрическому объему, расположенному непосредственно над или под основанием робота, выводится предупреждающее сообщение.



При нажатии кнопки **Stop program** функция ручного управления будет отключена. При нажатии кнопки **Continue** активируется «Безопасный режим», в котором система предотвращает перемещение фланца инструмента в цилиндрический объем пространства непосредственно над или под основанием робота при работе в режиме ручного управления. Как только инструмент отдаляется от этой области на 10 мм, безопасный режим отключается, после чего инструмент снова можно перемещать в любых направлениях.



ПРИМЕЧАНИЕ:

В целях безопасности и для обеспечения точности в режиме ручного управления система удерживает фланец инструмента несколько дальше от указанного цилиндрического объема, чем это позволяют физические параметры робота UR. Можно переместить фланец инструмента ближе, используя вкладку «PolyScope Move» или команды перемещения.

6.5.3 Предупреждающий значок на панели Hand Guide.



Если устройство OnRobot работает неправильно, появляется предупреждающий знак. Повторите действия, описанные в разделе [Настройка плагина URCap](#).

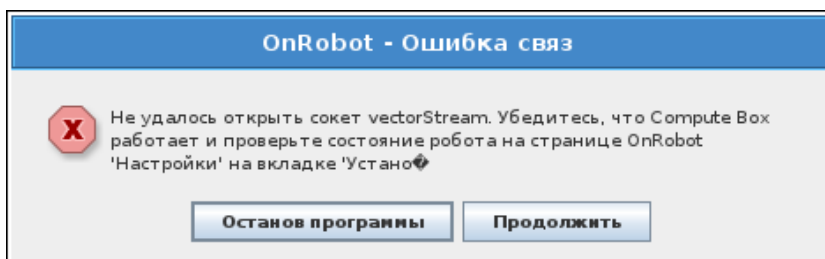
6.5.4 «socket_read_binary_integer: задержка»

Если какая-либо команда выполняется дольше 2 секунд, в **Журнале** (Log) появляется запись **socket_read_binary_integer: задержка**.

Это не влияет на выполнение программы роботом.

6.5.5 «Не удалось открыть сокет vectorStream»

Если контроллер робота не может соединиться с вычислительным блоком Compute Box, появляется сообщение об ошибке «Не удалось открыть сокет vectorStream».



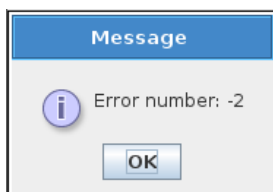
В этом случае проверьте, подключен ли вычислительный блок Compute Box к контроллеру робота и включено ли его питание.

6.5.6 Скорость воспроизведения пути ниже ожидаемой

При использовании команды F/T Путь может оказаться, что в силу функциональных ограничений человека записанный путь может быть не плавным. В подобных случаях робот может воспроизводить путь только на очень низкой скорости. Во избежание этой проблемы попробуйте записать путь еще раз, делая уверенные плавные движения с как можно меньшими отклонениями продольной скорости и скорости вращения. Также следует избегать путей, которые содержат только вращения без элементов продольного перемещения.

6.5.7 «Ошибка: -2» при сохранении пути

При попытке записи пустого пути появляется ошибка «Ошибка: -2».



В этом случае убедитесь, что положение робота менялось в промежутке между выполнением функций запуска и остановки записи пути.

6.5.8 «Ошибка: -3» при сохранении пути

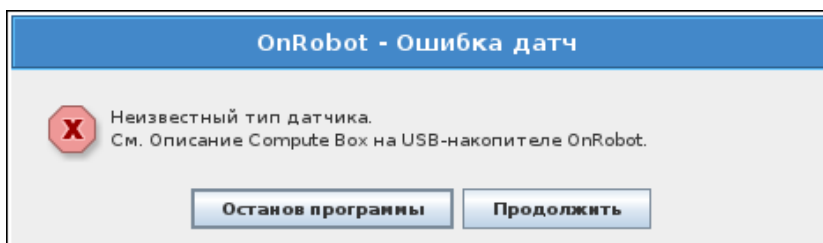
Если путь не удастся сохранить из-за недостаточного свободного места на вычислительном блоке Compute Box, отображается ошибка «Ошибка: -3».



В этом случае следует удалить ранее записанные пути, которые больше не используются.

6.5.9 «Неизвестный тип датчика»

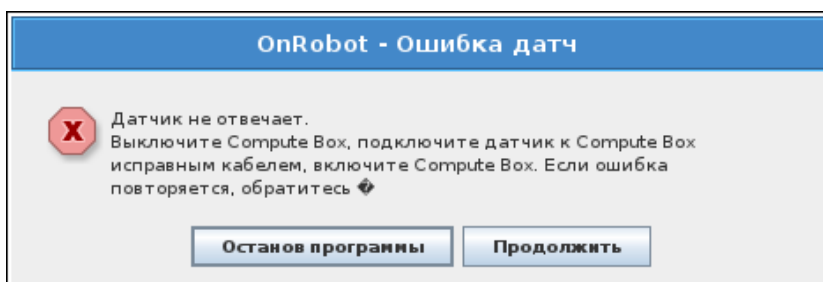
Если вычислительный блок Compute Vох не может опознать подключенное устройство OnRobot, появляется указанная ошибка.



В этом случае убедитесь, что соединение вычислительного блока и устройства OnRobot (датчика) выполнено правильно, а также используется подходящее устройство.

6.5.10 «Датчик не отвечает»

Если вычислительный блок Compute Vох опознал устройство OnRobot, а позже соединение с устройством было потеряно, появляется указанная ошибка.



Убедитесь, что соединение вычислительного блока Compute Vох и устройства OnRobot (датчика) выполнено правильно, а также используется подходящее устройство.

6.6 Декларации и сертификаты

CE/EU Declaration of Incorporation (original)

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

The manufacturer:

OnRobot A/S
Teglværskvej 47H
DK-5220, Odense SØ
Denmark
+45 53 53 57 37

declares that this product:

Type: Industrial 6-axis Force/Torque sensor
Model: HEX-E and HEX-H
Serial number from: HEXEB001 and HEXHB001

is partly completed machinery according to 2006/42/EC. The product must not be put into service before the complete machine is in full compliance with all essential requirements of 2006/42/EC. A comprehensive risk assessment must be carried out for each application as part of ensuring that all essential requirements are fulfilled. All essential requirements must be assessed. Instructions and guidance provided in the HEX user manual must be followed.

Technical documentation compiled according to 2006/42/EC annex VII part B is available to national authorities upon request.

The product is in conformity with, and CE marked according to, the following directives:

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



Nicolae Gheorghe Tuns
RD Director
Odense, October 17st, 2018

Declaration of EMC test result



T-Network client

OnRobot Hungary Kft.
Aradi u. 16.
1043 Budapest
Hungary

Product identification

OnRobot HEX Force/Torque Sensor
S/N: HEXEX005 with CB1807B018

Manufacturer

OnRobot A/S

Technical report

T-Network Project EMC-180926/1, OnRobot HEX Force/Torque Sensor and Compute Box EMC Test Report, dated 17 July 2018

Standards/Normative documents

EN 61000-6-2:2005
EN 61000-6-4:2007+A1:2011

T-Network has evaluated the products in various measurements, and the results verify the product's EMC compliance.

Budapest, 05 October 2018

Sándor Tatár
Laboratory Leader
T-Network Kft.


T-Network Kft.
EMC Laboratory
Ungvár u. 64-66. 1142 Budapest, Hungary
Registration num.: 12005222-2-42

T-Network Kft.
Ungvár u. 64-66.
1142 Budapest
Hungary

Tel. +36 1 460 9000
Fax +36 1 460 9001
E-mail: tnetwork@tnetwork.hu
Web: <http://www.tnetwork.hu>



Report No.: SHES180600601401
Date of issue: 2018-09-25

TEST REPORT

Product name..... : 6-axis Force/Torque Sensor
 Product model..... : HEX-E v2
 Product description..... : Sensor
 Electrical Rating..... : -
 Applicant..... : OptoForce Ltd.
 Address..... : Aradi utca 16 1043 Budapest Hungary
 Manufacturer..... : OptoForce Ltd.
 Address..... : Aradi utca 16 1043 Budapest Hungary
 Testing Laboratory..... : SGS-CSTC Standards Technical Services (Shanghai) Co., Ltd.
 Address..... : No. 588 West Jindu Rd, Xinqiao Town, Songjiang District, Shanghai, CHINA
 Number of Samples received: 1
 Date of samples reception... : 2018-08-31
 Date Test Conducted..... : 2018-09-08 to 2018-09-09
 Test Requested..... : IP67 (as client's requirement)
 Test Method (standards)..... : IEC 60529 Clause 13.6 & Clause 14.2.7
 Test result..... : **Pass**
CONCLUSION..... : The submitted sample complies with the clauses examined.

Prepared and checked by:

Lewis Hua

Lewis Hua

Reviewed by:

Lucy Wang

Lucy Wang

6.7 Издания

| Издание | Комментарий |
|-----------|--|
| Издание 2 | <p>Изменена структура документа.</p> <p>Добавлен словарь терминов.</p> <p>Добавлен список акронимов.</p> <p>Добавлено приложение.</p> <p>Добавлено описание целевой аудитории.</p> <p>Добавлено описание назначения устройства.</p> <p>Добавлены информация об авторских правах и торговой марке, контактная информация и информация о языке оригинального издания.</p> <p>Изменено описание команд F/T Перемещение, F/T Поиск, Вставка стержня F/T и F/T Контроль.</p> <p>Добавлена команда F/T Промежуточная точка.</p> <p>Удалена команда F/T Перемещение (Ctrl).</p> <p>Для иллюстрации работы программ UR добавлены примеры применения.</p> |
| Издание 3 | <p>Система координат «Панель инструментов ручного управления» изменена на «Инструмент».</p> <p>Добавлено примечание об ограничениях ориентации TCP.</p> <p>Удалено описание ограничений активации осей при ручном управлении.</p> <p>Добавлено уточнение об использовании типа контрольной точки.</p> |
| Издание 4 | Удалены ограничения ориентации TCP. |
| Издание 5 | <p>Обновлена информация о возвращаемых значениях команд F/T Поиск и F/T Перемещение.</p> <p>Удален раздел записи пути.</p> <p>Добавлен раздел команды F/T Путь.</p> <p>Удален раздел F/T Вставка разъема.</p> <p>Удален раздел «Возвращаемые значения команды F/T Вставка разъема».</p> <p>Обновлены разделы команд F/T Перемещение и F/T Поиск, добавлена информация о постоянной скорости воспроизведения, а также новые изображения экрана при выполнении команд.</p> <p>Обновлен раздел команды F/T Контроль, добавлена информация об ограничениях усилий по направлениям.</p> <p>Редакторские правки.</p> |

| | |
|------------|--|
| Издание 6 | <p>Добавлена информация о точности воспроизведения пути.</p> <p>Раздел «Возникла ошибка в работающей программе» для «Продолжение программы» заменен на раздел «Возникла ошибка в работающей программе» для «Остановка программы», пауза и возобновление выполнения программы больше не приводят к появлению аварийного сигнала.</p> <p>Добавлен раздел «Влияние положения TCP».</p> <p>Запись журнала <code>socket_read_byte_list()</code>: задержка изменена на <code>socket_read_binary_integer</code>: задержка, изменилось поведение.</p> <p>В главу «Поиск и устранение неисправностей» добавлен раздел «Не удалось открыть сокет <code>vectorStream</code>».</p> <p>Удален раздел «Вставка разъема».</p> <p>Добавлен раздел «Скорость воспроизведения пути ниже ожидаемой».</p> <p>Добавлены ограничения в контрольных точках, в которых происходит только вращение.</p> |
| Издание 7 | Редакторские правки. |
| Издание 8 | <p>В раздел команды F/T Путь добавлено ограничение максимального поворота на каждое продольное движение при записи пути.</p> <p>Добавлены разделы «Ошибка: -2 при сохранении пути» и «Ошибка: -3 при сохранении пути».</p> <p>Редакторские правки.</p> |
| Издание 9 | <p>Добавлено «Важное замечание по безопасности».</p> <p>Добавлены предупреждающие символы.</p> <p>Обновлены снимки экрана.</p> <p>В раздел «Кабельные подключения» добавлено примечание, предупреждающее о недопустимости поворота кабеля датчика.</p> |
| Издание 10 | Добавлена информация о HEX v2. |
| Издание 11 | <p>Разделы команд F/T Стопка и F/T Разобрать стопку объединены в раздел команды F/T Укладка в стопку.</p> <p>Разделы «Возвращаемые значения команды F/T Стопка» и «Возвращаемые значения команды F/T Разобрать стопку» объединены в раздел «Возвращаемые значения команды F/T Укладка в стопку».</p> <p>Обновлены снимки экрана.</p> |
| Издание 12 | <p>Обновлена информация о USB-кабеле</p> <p>Обновлена информация о настройке плагина URCap</p> <p>Обновлены значки режима ручного управления</p> <p>Обновлен раздел поиска и устранения неисправностей</p> <p>Обновлены сообщения об ошибках</p> |