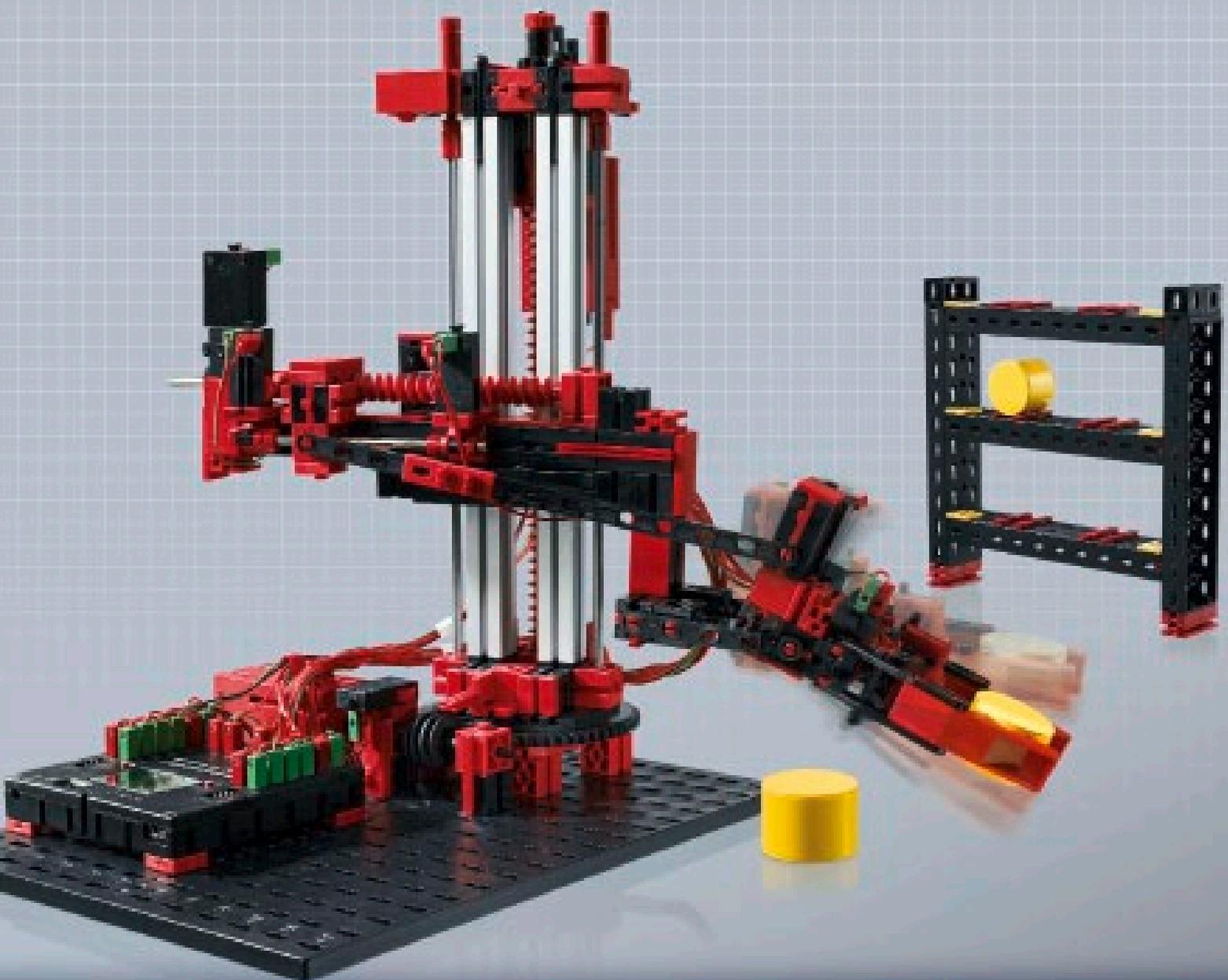




fischertechnik 

COMPUTING

Рабочая тетрадь



ROBO TX Automation Robots

4 MODELS
4 MODELS

Содержание

Добро пожаловать в компьютерный мир компании fischertechnik!	3
Общая информация	3
Промышленные роботы	4
Описание компонентов	5
Состав конструктора	5
Исполнительные устройства	5
Двигатели с энкодерами	5
Двигатели XS	5
Датчики	6
Кнопочные переключатели	6
Нормально разомкнутый контакт:	6
Нормально замкнутый контакт:	6
Контроллер ROBO TX	6
Программное обеспечение ROBO Pro	7
Робот-манипулятор	8
Координатная система робота	8
Автоматический высотный стеллажный склад	10
Робот с поворотным захватом	12
Трех-осевой манипулятор	14
Обучение робота	14
Работа с программой для обучения робота	15
Загрузка и запуск программы	15
Кнопки на панели управления	15
Стоп	16
Сохранение последовательности в файл	16
Ханойская башня	17
Загрузка последовательности перемещений в контроллер ROBO TX	17

Добро пожаловать в компьютерный мир компании fischertechnik!

Дорогие друзья!

Поздравляем с приобретением конструктора fischertechnik «ROBO TX Автоматические Роботы». Этот набор посвящен промышленной автоматизации – увлекательной области инженерного творчества, знакомство с которой мы предлагаем начать с изучения автоматических роботов.



Учебные задачи и практические эксперименты в данной рабочей тетради составлены таким образом, что выполняя их шаг за шагом, вы научитесь составлять программы и управлять различными промышленными роботами с помощью контроллера fischertechnik ROBO TX.

Рекомендуем вам начинать со сборки простых моделей и потом переходить к более сложным, несмотря на то, что сложные модели могут казаться вам интереснее. Дело в том, что без изучения базовых понятий у вас могут возникнуть затруднения при выполнении сложных заданий. Именно поэтому эксперименты и учебные задания организованы так, чтобы с каждым новым заданием вы узнавали что-то новое и использовали полученные знания для выполнения следующего задания.

Так что не волнуйтесь и просто приступайте к работе, и мы вместе пройдем весь путь от простых задач к самым сложным.

А теперь мы желаем вам терпения и успехов при экспериментах с набором «ROBO TX Автоматические Роботы».

С наилучшими пожеланиями,

fischertechnik 

Общая информация

Рабочая тетрадь, которую вы сейчас читаете, выполнена в виде электронного документа PDF. В этом документе присутствует несколько особенных элементов, которые не встречаются в обычных печатных книгах. Большинство из них вы, возможно, уже видели в интернете, однако иногда у них могут быть расширенные функции.

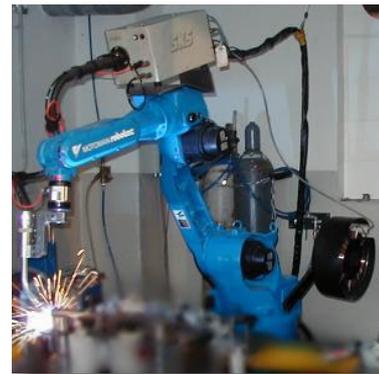
- **Фиолетовый текст - всплывающая подсказка**
Содержит информацию об элементе, отображаемую [при наведении](#) курсора мыши.
- **Подчеркнутый синий текст**
При щелчке активируется соответствующая функция, например, запуск [Интерактивной справки к ROBO Pro](#).
- **Символ ROBO Pro**
Всегда находится в непосредственной близости от задания. При щелчке по этому символу открывается программа ROBO Pro с решением соответствующего задания.
Все примеры программ находятся на диске C по адресу: C:\Program Files\ROBOPro\Sample Programs\ROBO TX Automation Robots

Промышленные роботы

Промышленный робот – это механизм с универсальной, свободно программируемой последовательностью перемещений, предназначенный для выполнения широкого спектра задач. Например, для обработки и монтажа деталей на линии для сборки автомобилей.

Зачастую промышленные роботы оснащаются захватными устройствами для фиксации деталей, однако в них также может встраиваться и другое оборудование, которое больше подходит для решения конкретной производственной задачи.

Как следует из названия, промышленные роботы предназначены для применения в промышленности (например, при производстве автомобилей). После выдачи роботу запрограммированного задания, он выполняет работу самостоятельно без ручного управления, в том числе и в тяжелых условиях, там, где человеку опасно работать.



Считается, что изобретателем первого промышленного робота был американский инженер Джордж Девол (George Devol), который в 1954 году зарегистрировал в США свой патент на робот промышленного назначения. Вместе с Джозефом Ф. Энгельбергом (Joseph F. Engelberger) Девол основал первую в мире компанию по выпуску промышленных роботов. Ее название «Unimation» (Юнимейшн) является сокращением термина «Universal Automation» (универсальная автоматика).

Области применения

Промышленные роботы сегодня используются во многих областях промышленности для выполнения следующих видов работ:

- Сварка
- Резка
- Измерение
- Покраска
- Шлифование
- Погрузочно-разгрузочные работы, в том числе:
 - Укладка на поддоны
 - Штабелирование
 - Упаковка
 - Сборка
 - Комплектация
 - Демонтаж

Описание компонентов

Состав конструктора

Данный набор fischertechnik содержит строительные блоки, различные двигатели, датчики и кнопки, а также цветные инструкции для сборки моделей.

После распаковки всех компонентов первым делом следует подготовить детали для сборки моделей (например, подключить провода к штекерам). Последовательность сборки таких деталей подробно описана в инструкции в разделе «Рекомендации по сборке». Целесообразно сделать это в первую очередь.

Исполнительные устройства

Исполнительные устройства — это устройства, которые могут выполнять какие-либо действия. Это означает, что они начинают что-то делать, т.е. становятся «активными», если их подключить к источнику электрического тока. В большинстве случаев вы можете непосредственно наблюдать «активность» исполнительных устройств — мотор вращается, лампа горит и т. д.

Двигатели с энкодерами



Выглядят как обычные электромоторы, рассчитанные на 9 Вольт и максимальный ток 0,5 Ампер (А).

Однако, это еще не все. На корпусе электромотора кроме клемм для питания имеется еще один разъем. Этот трех-полюсный разъем соединен с импульсным датчиком (энкодером), который расположен внутри мотора. С помощью энкодера можно контролировать скорость вращения мотора.

Энкодеры, используемые в сервомоторах fischertechnik, генерируют три импульса на один оборот вала двигателя. Так как в сервомотор встроен редуктор с передаточным отношением 25:1 (читается как «25 к 1»), то за один оборот выходного вала энкодер генерирует 75 импульсов.

Двигатели подсоединяются к контроллеру ROBO TX через выходные гнезда M1-M4. Провода от энкодеров подключаются к счетным входам C1-C4.

Двигатели XS



Двигатель XS — это электродвигатель, размеры которого по длине и высоте равны размерам базового строительного блока. К тому же он очень легкий. Поэтому его можно использовать там, где не достаточно места для больших двигателей. Двигатель XS рассчитан на напряжение 9 В и потребляет ток 0.3 Ампера.

Он также подсоединяется к контроллеру ROBO TX через выходы, обозначенные M1-M4.

Датчики

Датчики — это как бы противоположность исполнительным устройствам. Они не выполняют каких-либо действий, а только реагируют на различные ситуации и события.

Кнопочные переключатели



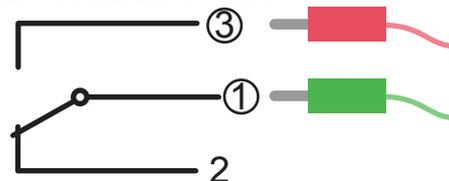
Кнопочный переключатель относится к категории датчиков осязания. Если вы нажмете на красную кнопку переключателя, то язычок внутри корпуса переместится и замкнет контакты 1 и 3, возникнет электрическая цепь и потечет ток. В это же время цепь между контактами 1 и 2 разрывается. Кнопочные переключатели имеют две различные схемы включения:

Нормально разомкнутый контакт:

Используются контакты 1 и 3.

Кнопка нажата: электрический ток течет.

Кнопка не нажата: электрический ток не течет.

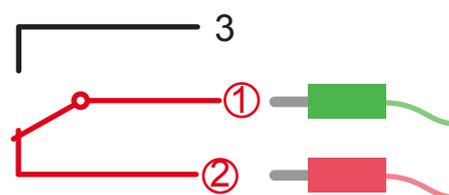


Нормально замкнутый контакт:

Используются контакты 1 и 2.

Кнопка нажата: Электрический ток не течет.

Кнопка не нажата: Электрический ток течет.



Датчики присоединяются к [универсальным входам I1-I8](#) контроллера ROBO TX.

Контроллер ROBO TX

Контроллер ROBO TX – самая важная деталь в наборе для конструирования. Этот блок управляет исполнительными устройствами и обрабатывает информацию, поступающую от датчиков. Для этого контроллер ROBO TX имеет множество разъемов для соединения с электронными компонентами конструктора. Наименование и функции разъемов подробно описаны в инструкции по работе с контроллером ROBO TX.



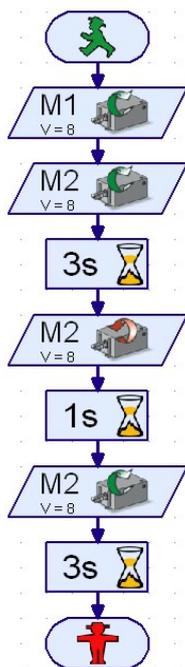
Особое внимание следует уделить беспроводному интерфейсу Bluetooth. С его помощью вы можете подключить ваш компьютер к блоку управления без кабеля. Также с помощью этого интерфейса можно подключить к компьютеру несколько блоков управления или соединить их между собой.

Блок управления опрашивает датчики и воздействует на исполнительные устройства по программе, которую вы составляете в графической среде ROBO Pro.

Программное обеспечение ROBO Pro

ROBO Pro — это программа для графического программирования, которая позволяет создавать управляющие программы для контроллера ROBO TX.

Преимущество графического интерфейса в том, что для создания действующей программы вам не нужно изучать какой-либо язык программирования. Достаточно разместить на экране символы команд и соединить их линиями, чтобы получилась блок-схема алгоритма. Пример такой блок-схемы показан на рисунке слева.



Подробная информация о создании программ содержится в [Интерактивной справке к ROBO Pro](#) в главах 3 и 4. Процедура установки программы ROBO Pro и драйвера для блока управления ROBO TX подробно описана в инструкции по установке из набора для конструирования. После того, как вы установите программу ROBO Pro на ваш компьютер, вы можете сразу запустить её. Для дальнейшей работы с рабочей тетрадью вам понадобится доступ к [Интерактивной справке ROBO Pro](#).

Вам понадобится ROBO Pro версии 3.1 или выше для работы с конструктором «ROBO TX Автоматические роботы». Если у вас уже есть старая версия программы ROBO Pro, то она будет автоматически обновлена при установке CD «ROBO TX Автоматические роботы».

Несколько практических советов

Конструирование приносит удовольствие, только когда эксперименты начинают работать. Поэтому ниже мы дадим несколько простых правил, которых следует придерживаться при сборке моделей:

- **Будьте внимательны.**

Не жалейте времени и внимательно изучайте инструкцию по сборке. Чем позже вы обнаружите ошибку в конструкции, тем больше времени уйдет на её исправление.

- **Внимательно проверяйте подвижные соединения.**

В процессе сборки модели контролируйте легкость движения подвижных деталей.

- **Используйте инструмент [Interface test](#)**

Перед написанием программы проверьте все устройства, которые подключены к блоку управления, с помощью инструмента [Interface test](#) в программе ROBO Pro. Подробная информация об использовании этого инструмента находится в разделе 2.4 [Интерактивной справки ROBO Pro](#).

Робот-манипулятор

В качестве первого эксперимента мы рекомендуем выбрать робот-манипулятор. Соберите робота, используя инструкцию по сборке. Выполните электрические соединения согласно схеме, приведенной в инструкции.

Робот-манипулятор выполнен в виде механической руки с двумя степенями подвижности – это означает, что он будет способен поворачивать, поднимать и опускать свою руку. Эти действия называются движением по координатным осям.



Координатная система робота

Для начала нам следует указать, как координатные оси будут связаны с конструкцией робота. В дальнейшем эта связь будет использоваться для определения положения захватного устройства робота в пространстве. Взаимное расположение координатных осей называется координатной системой робота.

Нулевая координата каждой оси задается с помощью концевого выключателя, а позиционирование механизмов осуществляется путем подсчета числа импульсов, поступающих в контроллер от энкодеров, встроенных в моторы, или по-другому – с механических импульсных датчиков.

В таблице, которая приведена ниже, содержится описание всех координатных осей данной модели:

Операция	Координатная Ось	Двигатель	Концевой выключатель	Импульсный датчик или энкодер
Поворот	X	M1	I1	C1
Подъем/ Опускание	Z	M3	I3	C3
Открытие/ закрытие захвата		M4	I4	C4

Направление вращения двигателя

- Против часовой стрелки: Оси перемещаются по направлению к концевому выключателю
- По часовой стрелке: Оси перемещаются в направлении от концевого выключателя

Задание 1

Разработайте программу, при которой вначале открывается захват, а затем робот начинает двигаться по направлению к концевым выключателям по каждой из координатных осей. Движение должно прекращаться после срабатывания концевого выключателя. Такая программа используется для инициализации координатной системы робота.



Пример готовой программы можно загрузить, нажав на картинку слева.

Gripper robot_1.rpp

Программа инициализации позволяет переместить все механизмы робота в исходное положение. Профессиональные робототехники называют это положение «Нулем», от которого отсчитываются перемещения механизмов робота.

Задание 2



Соберите по инструкции деталь, которую будет перемещать робот. Составьте программу со следующим алгоритмом: в первую очередь выполните инициализацию системы координат, затем опустите руку с захватом на 1175 импульсов и захватите деталь. Затем рука робота должна подняться на 250 импульсов, повернуться на 1000 импульсов, после чего рука должна опуститься и освободить деталь. В завершение робот должен возвратиться в исходную позицию к концевым выключателям.

Рекомендации по программированию

Для управления двигателями с энкодерами необходимо использовать специальные программные элементы.



См. разделы 4.4.2 и 11.6 [Интерактивной справки к ROBO Pro](#).

Перед началом программирования целесообразно составить схему последовательности операций, которая может принимать следующий вид:



Готовую программу можно загрузить, нажав на картинку слева.

Gripper robot_2.rpp

Чтобы блок-схему алгоритма было проще читать, можно разбить всю последовательность на несколько подпрограмм для позиционирования.

Щелкните по значку слева, чтобы открыть готовый пример программы, и посмотрите, как задание 2 может быть выполнено с использованием подпрограмм позиционирования.

Gripper robot_2a.rpp

Информация по подпрограммам и о том, как их использовать, приведена в разделе 4 [Интерактивной справки к ROBO Pro](#).

Для успешной работы над этой задачей вам следует переключить уровень сложности в программном обеспечении ROBO Pro на ступень 3.

Задание 3

Переработайте программу захвата «Gripper robot_2a.rpp» так, чтобы робот захватывал и поднимал деталь, потом поворачивался и устанавливал ее на платформу.



Конструкция платформы описана в инструкции по сборке.

Готовую программу можно открыть, как обычно, щелчком по значку слева, однако перед просмотром сначала попытайтесь найти решение самостоятельно. Удачи!

Gripper robot_3.rpp

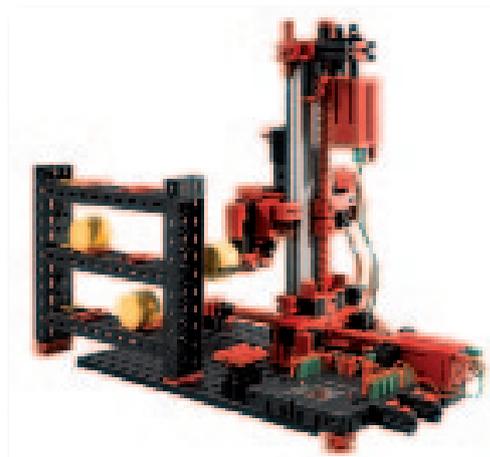
Вы, безусловно, сможете придумать для робота множество других заданий. Программируйте с удовольствием и проверяйте, что у вас получилось!

Автоматический высотный стеллажный склад

Такие системы используются для автоматизации больших складских комплексов. Некоторые образцы достигают 50 метров в высоту и вмещают несколько тысяч поддонов.

Соберите макет стеллажного склада, используя инструкцию по сборке. Выполните электрические соединения согласно схеме, приведенной в инструкции.

На **складе** товары хранятся на полках в высоких стеллажах. Между соседними рядами стеллажей организованы проходы, по которым двигаются **погрузчики** для загрузки и выгрузки товаров. Система также содержит **приемный пункт**, откуда поступают товары перед загрузкой и после выгрузки.



В таблице содержится описание всех координатных осей этой модели:

Операция	Координатная ось	Двигатель	Концевой выключатель	Импульсный датчик или энкодер
Перемещение погрузчика	X	M1	I1	C1
Перемещение вилочного захвата вперед/назад	Z	M3	I3	C3
Перемещение вилочного захвата вперед/назад		M2	I2 - Вилочный захват сзади I4 - Вилочный захват спереди	

Направление вращения двигателя

- Против часовой стрелки: оси перемещаются по направлению к концевому выключателю / вилочный захват перемещается от стеллажа.
- По часовой стрелке: оси перемещаются в направлении от концевого выключателя / вилочный захват перемещается к стеллажу

Кнопки I1-I4 – это концевые выключатели для инициализации координатной системы. Кнопки I5-I6 используются в Задании 3.



Задание 1

Погрузчик должен захватить бочку на приемном пункте и поместить ее в отсек 1 стеллажа. Для решения этой задачи сначала нарисуйте схему последовательности операций, а затем используйте её для составления программы в ROBO Pro.

Рекомендации по программированию

Для программирования траекторий движения по осям X и Z вы можете использовать те же самые подпрограммы позиционирования, что и для модели «Робот-манипулятор».

Схема последовательности операций для этих перемещений выглядит следующим образом:



Создайте подпрограмму для каждой перечисленной выше операции. В дальнейшем вы сможете использовать эти подпрограммы повторно для решения других задач.

High rack_1.rpp

Задание 2

Добавьте дополнительные подпрограммы, которые будут перемещать погрузчик к остальным отсекам стеллажа. Перепишите программу так, чтобы можно было загружать несколько бочек одну за другой в разные отсеки стеллажа, а затем извлекать их и доставлять на приемный пункт. Естественно, при загрузке по мере заполнения стеллажа вам потребуется устанавливать на приемный пункт новые бочки, а при извлечении бочек из отсеков стеллажа вам нужно будет освобождать место на приемном пункте для бочек, которые извлекаются погрузчиком.



Рекомендации по программированию:

Действия при размещении бочки на приемном пункте практически аналогичны ее установке в отсек стеллажа. При этом в вашей схеме последовательности операций необходимо лишь поменять местами операции «Перемещение к приемному пункту» и «Перемещение к отсеку».

Главная программа может выглядеть более стройно, если объединить несколько последовательных шагов в одну общую подпрограмму:

High rack_2.rpp



Задание 3

Теперь пришло время сделать процедуру складирования товаров в нашем стеллажном складе более удобной. Выведите на дисплей компьютера элемент управления «Бегунок», с помощью которого вы сможете выбирать нужный отсек стеллажа (с индикацией номера). Подключите дополнительные кнопки к входам I5 и I6. При нажатии кнопки I5 бочка должна захватываться на приемном пункте и помещаться в выбранный отсек, а при нажатии кнопки I6 – извлекаться из выбранного отсека и доставляться на приемный пункт.



Информация по работе с дисплеем контроллера ROBO TX и элементом управления «Бегунок» приведена в разделе 11.7 [Интерактивной справки к Robo Pro](#).

Для успешной работы над этой задачей вам следует переключить уровень сложности ROBO Pro на степень 3.

Робот с поворотным захватом

Все рассмотренные выше промышленные роботы обладали фиксированными захватами. В отличие от фиксированного захвата поворотный захват позволяет вращать и поворачивать детали, например, для обработки деталей с разных сторон. На рисунке справа показан промышленный робот, выполняющий загрузку заготовок в машину для механической обработки. Во время движения манипулятора заготовки поворачиваются на нужный угол.



Соберите макет робота с поворотным захватом, используя инструкцию по сборке. Выполните электрические соединения согласно схеме, приведенной в инструкции.

В таблице, которая приведена ниже, содержится описание всех координатных осей данной модели:

Операция	Координатная ось	Двигатель	Концевой выключатель	Импульсный датчик или энкодер
Поворот манипулятора	X	M1	I1	C1
Подъем/Опускание руки	Z	M3	I3	C3
Поворот захвата		M2	I2 – захват в горизонтальном положении I5 – захват в вертикальном положении	
Открытие/Закрытие захвата		M4	I4	C4

Направление вращения двигателя

- Против часовой стрелки: оси перемещаются в направлении концевых выключателей / захват поворачивается в горизонтальное положение.
- По часовой стрелке: оси перемещаются в направлении от концевых выключателей / захват поворачивается в вертикальное положение.

Задание 1

Разработайте программу инициализации, выполняющую следующие действия: в первую очередь должен открыться и повернуться в горизонтальное положение захват. Только после этого робот должен начать двигаться по направлению к концевым выключателям по каждой из координатных осей.

Пример готовой программы можно загрузить, нажав на картинку слева.



Рекомендации по программированию

Вы можете повторно использовать подпрограммы позиционирования, разработанные вами в предыдущих заданиях.

Pivoting gripper_1.rpp

Установите бочки на держателях слева и справа от вашего робота. Бочки должны быть расположены горизонтально. Установите платформу для приема бочек напротив робота. Указания по сборке держателей и платформы приведены в инструкции по сборке.

Задание 2

Программа должна начинаться с инициализации «Нуля» координатной системы робота. Затем надо перевести захват в вертикальное положение. После этого робот должен опустить захват, захватить бочку, поднять ее, а затем захват с бочкой должен повернуться в горизонтальное положение.



Далее робот должен поместить захват над платформой для приема и опустить бочку. После этого надо поднять вторую бочку и поставить ее на первую, создавая тем самым «башню» из бочек. Движение робота должно завершиться подпрограммой инициализации координатной системы.

Рекомендации по программированию

Для выполнения этого задания используйте подпрограммы позиционирования.

Pivoting gripper_2.rpp

Задание 3

Усовершенствуйте программу, разработанную вами при выполнении Задания 2.

При этом робот должен разобрать «башню» из бочек на платформе для хранения и поместить бочки обратно в держатели слева и справа от модели.

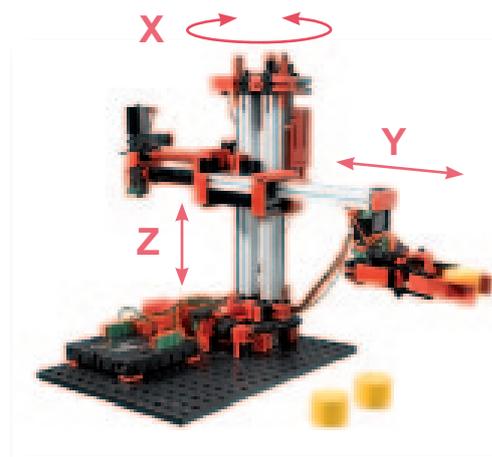


Pivoting gripper_3.rpp

Трех-осевой манипулятор

Все роботы, которых мы рассматривали ранее, специализировались на выполнении какого-то одного определенного задания. В отличие от них трех-осевой робот с перемещением захвата по трем осям является «мастером на все руки», которого можно использовать для выполнения широкого спектра работ.

Для описания координатной системы этого робота используются следующие обозначения: X означает ось вращения, Y – направление выдвижения/втягивания захвата, а Z – направление подъема/опускания руки робота. Соберите макет трех-осевого манипулятора, используя инструкцию по сборке. Выполните электрические соединения согласно схеме, приведенной в инструкции.



В таблице, которая приведена ниже, содержится описание всех координатных осей данной модели:

Операция	Координатная Ось	Двигатель	Концевой выключатель	Импульсный датчик или энкодер
Поворот	X	M1	I1	C1
Выдвижение/ Втягивание захвата	Y	M2	I2	C2
Подъем/ Опускание захвата	Z	M3	I3	C3
Открытие/ Закрытие захвата		M4	I4	C4

Направление вращения двигателя:

- Против часовой стрелки: Оси перемещаются в направлении концевых выключателей.
- По часовой стрелке: Оси перемещаются в направлении от концевых выключателей.

Для управления трех-осевым роботом можно использовать подпрограммы позиционирования, которые уже применялись в других моделях. В этом случае новой задачей будет разработка подпрограммы позиционирования по оси Y. Для этого можно скопировать подпрограмму позиционирования захвата, переименовать ее в «Pos Y» и немного доработать.

3-axis robot_1.rpp

Помимо указанного выше способа управления роботом существует еще одно решение, которое часто используют на заводах для так называемого «Обучения робота». Смысл обучения и способ составления последовательности перемещений рассмотрены ниже.

Обучение робота

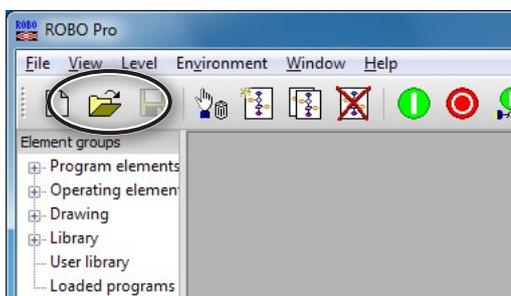
Процедура обучения используется для подготовки маршрута, по которому робот будет перемещаться во время выполнения технологической операции. В процессе обучения вы с помощью ручного управления проводите манипулятор по всем позициям маршрута и сохраняете координаты этих позиций в памяти робота. В дальнейшем эти координаты будут использоваться для самостоятельной работы манипулятора.

Обучение выполняется с помощью специальной программы «TeachIn_TX.rpp» из папки с готовыми программами.

Работа с программой для обучения робота

Загрузка и запуск программы

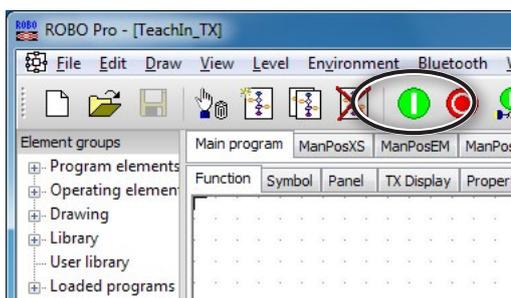
Загрузите программу, запустите её и перейдите на вкладку «Панель».



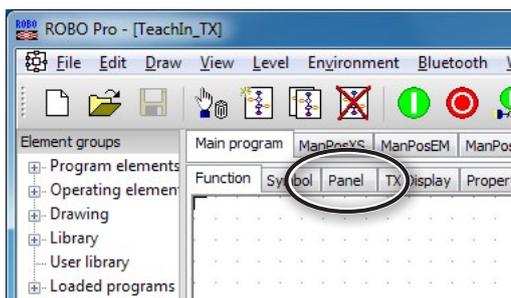
Вы можете загрузить программу для обучения робота, щелкнув по значку слева.

TeachIn_TX.rpp

Ее также можно открыть из папки с примерами программ ROBO Pro:
C:\Program Files\ROBOPro\Sample Programs\ROBO TX Automation Robots\TeachIn_TX.rpp.

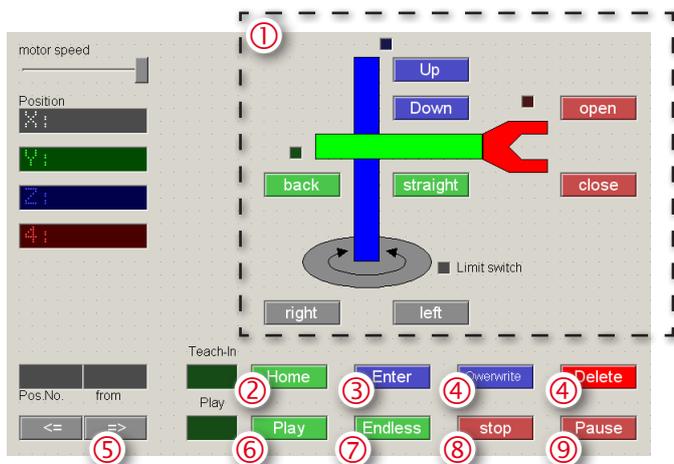


Запустите программу.



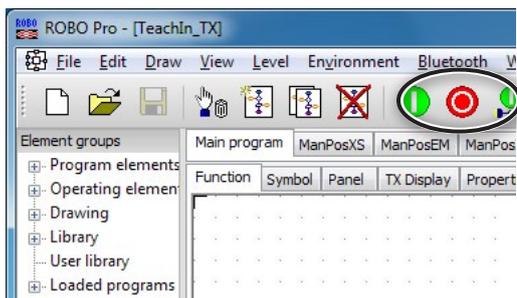
Перейдите на вкладку «Панель» для обучения робота.

Кнопки на панели управления



- ① Кнопки для управления отдельными механизмами робота.
- ② Кнопка **Home** – Перемещение робота в исходную позицию.
- ③ Кнопка **Enter** – Сохранить текущие координаты как новый шаг последовательности перемещений.
- ④ Кнопка **Overwrite/Delete** – Изменить существующий шаг последовательности перемещений.
- ⑤ Кнопки со стрелками – Переход между шагами последовательности перемещений.
- ⑥ Кнопка **Play** – Запуск подготовленной последовательности перемещений. Робот перемещается по заданным позициям шаг за шагом.
- ⑦ Кнопка **Endless** – Непрерывное повторение последовательности перемещений.
- ⑧ Кнопка **Stop** – Прекратить воспроизведение последовательности перемещений.
- ⑨ Кнопка **Pause** – Прервать воспроизведение последовательности до следующего нажатия этой кнопки.

Стоп

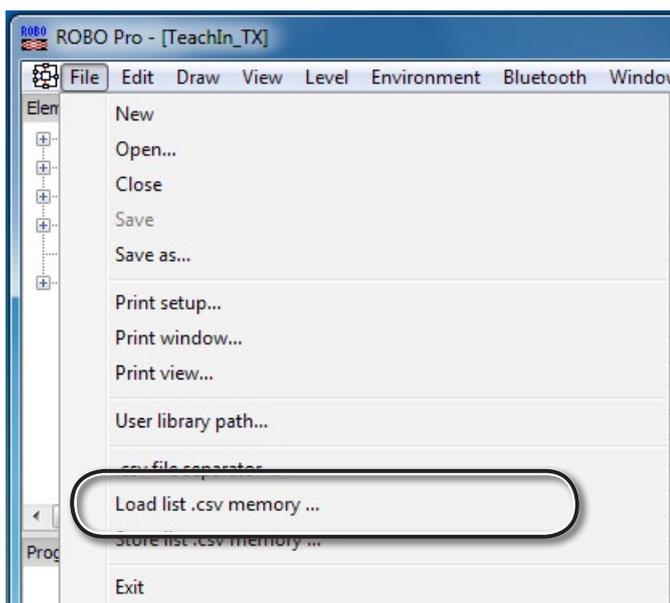


Остановите программу для обучения робота.

Сохранение последовательности в файл

Сохраните последовательность перемещений робота (в виде таблицы) в файл с расширением CSV перед закрытием программы для обучения. В дальнейшем этот файл можно будет повторно загрузить в программу для обучения и воспроизвести.

ВНИМАНИЕ! При закрытии программы без сохранения CSV-файла все данные будут утеряны.



С помощью обучающей программы вы можете выполнить следующее задание:

Задание 1

Робот должен поднять бочку и куда-нибудь её поставить.

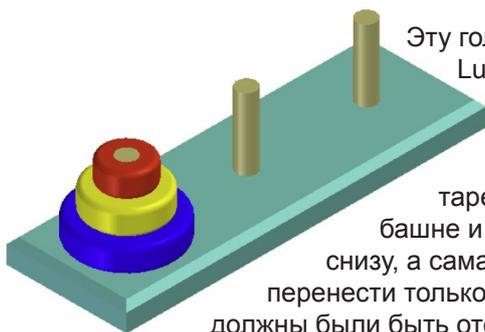


Задание 2

Робот должен составить три бочки в виде «башни», а затем разобрать ее и составить такую же в другом месте.



Ханойская башня



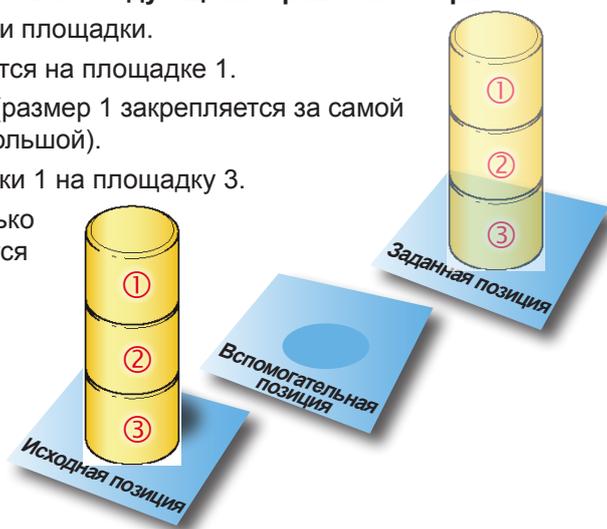
Эту головоломку придумал французский математик Эдуард Лука (Édouard Lucas) в 1883 году. Для нее он сочинил следующую историю:

"Монаху в монастыре Ханоя была поставлена задача – перенести тарелки из одной башни в другую. Всего имелось 3 башни и 64 тарелки различных размеров. Вначале все тарелки находились в одной башне и были сложены в стопку, причем самая большая тарелка находилась снизу, а самая маленькая – в верхней части стопки. За один раз можно было перенести только одну верхнюю тарелку. Причем тарелки в каждой стопке всегда должны были быть отсортированы по размеру – большие снизу, маленькие сверху.

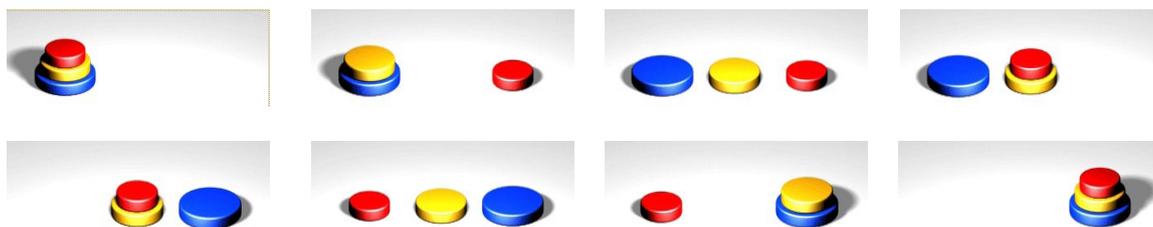
Для упрощения решения этой головоломки вместо 64 тарелок используйте всего три бочки. Поскольку эти бочки имеют один и тот же размер, то вы можете пометить их наклейками с номерами 1, 2 и 3.

При решении задачи следует руководствоваться следующими правилами игры:

- Для построения башни из бочек имеется три площадки.
- Башня с тремя бочками 1, 2 и 3 располагается на площадке 1.
- «Размер» бочки определяется её номером (размер 1 закрепляется за самой маленькой бочкой, а размер 3 – за самой большой).
- Башня должна быть перемещена с площадки 1 на площадку 3.
- За один ход допускается перемещение только одной верхней бочки. Никогда не допускается устанавливать бочку «большого» размера на бочку «меньшего» размера (например, бочка 2 НИКОГДА не должна устанавливаться на бочку 1, а бочка 3 – НИКОГДА на бочку 2).



Последовательность решения задачи для случая с тремя бочками показана на рисунке ниже.



Загрузка последовательности перемещений в контроллер ROBO TX

Программа «Teach-Player_TX.rpp» позволяет загружать в контроллер ROBO TX последовательность перемещений, созданную с помощью обучающей программы. В этом случае ваш робот сможет работать без подключения к компьютеру. Для этого сначала откройте проект «Teach-Player_TX.rpp», а затем загрузите в него сохраненный файл с расширением CSV («Файл» → «Загрузить список .csv»). После этого выполните загрузку программы в контроллер ROBO TX. В результате робот будет выполнять заданную последовательность перемещений в режиме «Загрузка» (см. раздел 3.7 [Интерактивной справки к ROBO Pro](#)).

Teach-Player_TX.rpp