

Цель: изучить состав и устройство робота-манипулятора Dobot Magician; освоить установку и принцип работы вакуумного и механического захвата с помощью пульта дистанционного управления

Планируемые результаты:

- умеет установить / сменить рабочий инструмент
- умеет подключить пульт дистанционного управления
- умеет управлять роботом-манипулятором с помощью пульта
- знает состав и устройство робота-манипулятора
- знает способы управления манипулятором с помощью пульта

Используемое оборудование и материалы:

робот-манипулятор Dobot Magician, механический захват, вакуумный захват, вакуумная помпа, кубики, комплект дистанционного управления (пульт, USB-контроллер), учебно-методическое пособие «Dobot Magician. Образовательная инженерная платформа»

Фотографии оборудования:



Краткий теоретический материал

Dobot Magician – это 4-осевой робот-манипулятор с вылетом стрелы 320 мм и грузоподъемностью 500 г. В состав манипулятора входят следующие виды рабочих инструментов: вакуумный захват, механический захват, захват для пишущего инструмента, модуль 3D-печати, лазерный гравер.

Робот-манипулятор Dobot Magician состоит из следующих частей (рис. 1): основание, колонна, плечо, стрела и рабочий инструмент. Все они соединены между собой посредством сервоприводов (соединение 1, соединение 2, соединение 3, соединение 4), что позволяет достичь большого объема рабочей зоны.

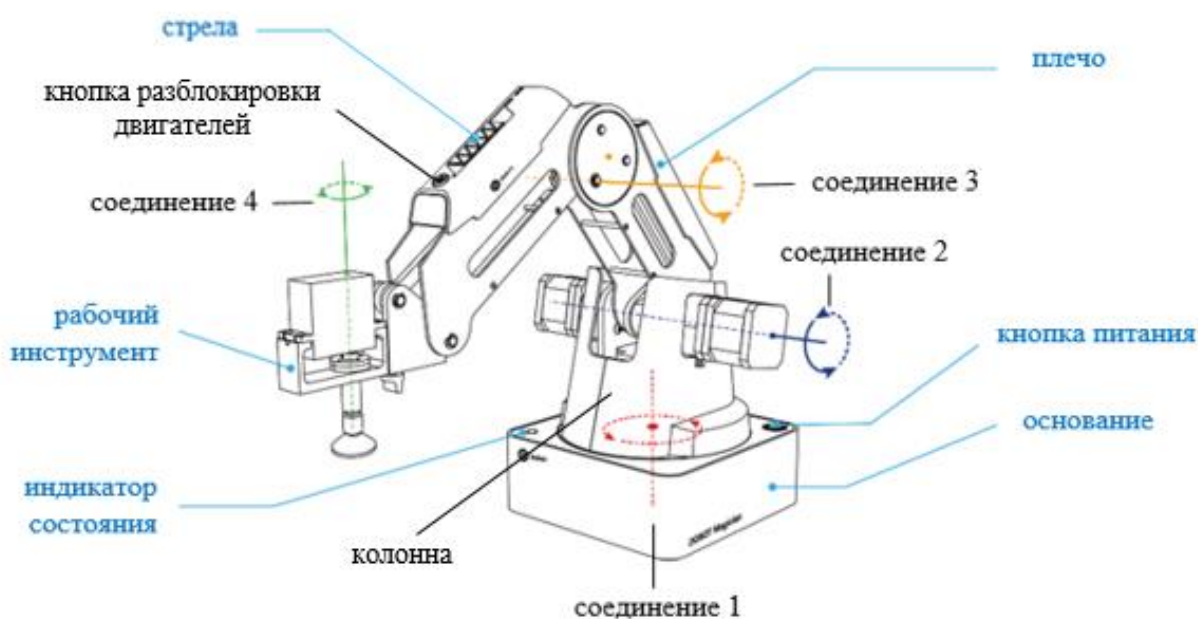


Рис. 1. Составные части и подвижные соединения робота-манипулятора

На верхней части основания располагаются кнопка включения и индикатор состояния. При включении манипулятора после четырех звуковых сигналов индикатор состояния горит красным цветом – это означает, что рабочий инструмент находится вне рабочей зоны. Для приведения робота в рабочее состояние необходимо нажать кнопку разблокировки двигателей и, удерживая ее, переместить стрелу так, чтобы индикатор состояния стал зеленым.

Движение частей манипулятора происходит с помощью шаговых двигателей: три двигателя крепятся внутри колонны и на ней, один из которых (внутри колонны) соединен с основанием и отвечает за вращение в горизонтальной плоскости всего манипулятора относительно основания (ось вращения перпендикулярна основанию). Еще два двигателя расположены снаружи колонны: один отвечает за движение плеча (ось вращения параллельна основанию), другой –

за движение стрелы относительно плеча (ось вращения параллельна основанию). Рабочий инструмент вращается сервоприводом.

На задней части основания (рис. 2) размещены кнопки перезагрузки (1), выполнения загруженной программы (2), разъемы для подключения питания (5), кабеля для программирования (4), пульта дистанционного управления (3), сторонних устройств и датчиков (6).

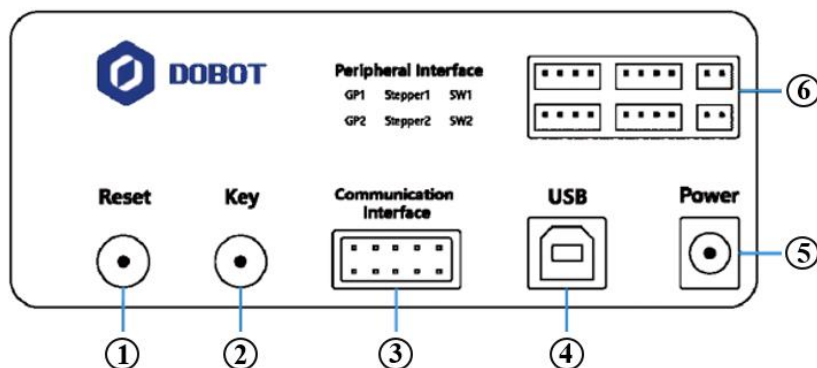


Рис. 2. Разъемы и функциональные кнопки на задней части основания

С целью дистанционного управления манипулятором применяется пульт дистанционного управления. Управление пультом имеет два режима: режим вращательных перемещений (в сферических координатах) и режим поступательных перемещений (в декартовых координатах). По умолчанию в качестве исходного режима задана работа в сферической системе координат. Для переключения между режимами управления используются верхние курки на пульте управления: левый (LB) отвечает за перемещения в сферической системе координат, правый (RB) – за линейные (поступательные) перемещения.

На поверхности пульта размещены кнопки и стики, за которыми закреплены определенные команды. Воздействуя на них, мы заставляем манипулятор совершать необходимые нам движения. Инструкция по подключению и управлению пультом дистанционного управления представлена в приложении 1.

Основы дистанционного управления механическим захватом показано в [методическом пособии](#) (стр. 17-18). Управление вакуумным захватом при помощи пульта аналогично управлению механическим захватом.

Для того чтобы научиться качественно управлять манипулятором, манипулятор должен войти в «схему тела» оператора, то есть должен ощущаться как продолжение рук. При этом для манипуляций с предметами необходимо представлять точное местоположение этих предметов относительно манипулятора, чтобы «объяснить» инструменту, как до них добраться.

Для точного определения положения предмета в пространстве используется специальная система отсчета – система координат.

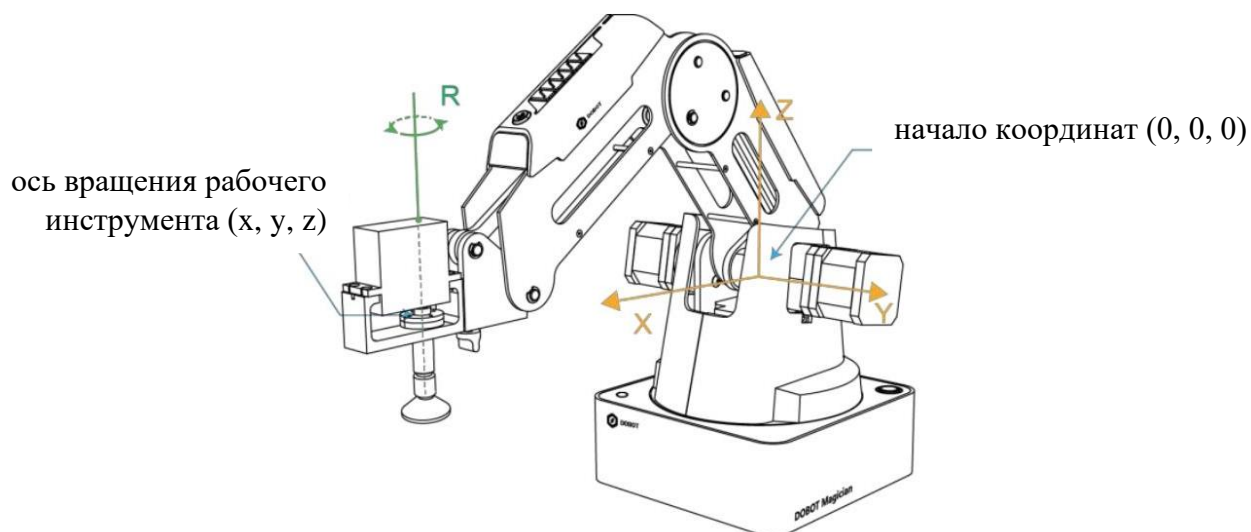


Рис. 3. Схема осей робота-манипулятора

Линейный режим – это способ управления роботом-манипулятором, при котором перемещение осуществляется по осям собственной системы координат, то есть движение рабочего инструмента осуществляется строго по прямой линии вдоль одной из главных осей. Начало координат находится на пересечении осей: стрелы (ось X), основания (ось Y) и плеча (ось Z). Рабочий инструмент имеет собственное начало координат – точка R (рис. 3).

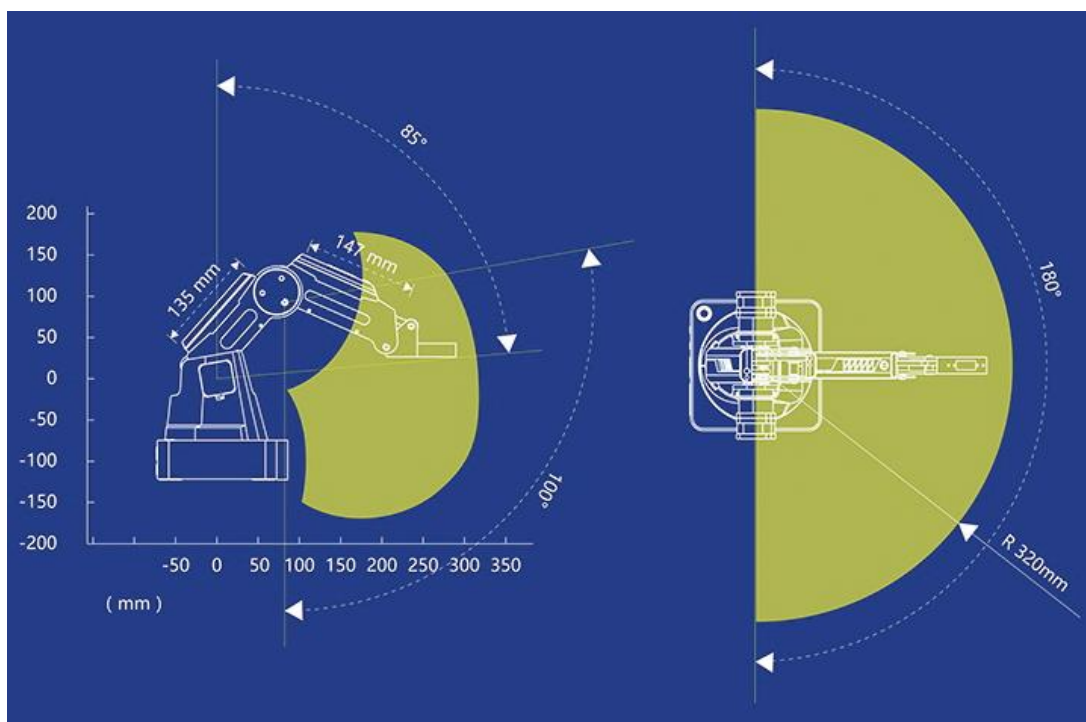


Рис. 4. Рабочая область манипулятора

На рис. 4 контрастным цветом показана рабочая область манипулятора при движении отдельных его частей. Также указаны величины координат и углов рабочей области.

Техника безопасности при работе с Dobot Magician

- К оборудованию следует относиться бережно.
- Начинать работу с Dobot Magician можно только с разрешения преподавателя.
- Перед началом работы необходимо убедиться в целостности элементов Dobot Magician.
- Нельзя пользоваться неисправным оборудованием.
- При признаках неисправной работы: искры, дым, шум и т. д. – необходимо незамедлительно прекратить работу и сообщить об этом преподавателю.
- Нельзя пытаться исправить неполадки в оборудовании самостоятельно.
- Перед началом работы Dobot Magician должен быть установлен в устойчивое положение далеко от края стола, чтобы исключить случайное падение.
- Подавать питание на манипулятор можно только после того, как он установлен в рабочее положение.
- Если требуется произвести смену рабочего инструмента, необходимо выполнить отключение питания.
- В ходе работы необходимо контролировать положение питающего кабеля, соединительных проводов и воздушной трубки, чтобы не нанести им повреждения.
- Если возникла необходимость переместить манипулятор, делать это можно только после отключения его от питания.
- Нельзя засовывать пальцы в подвижные соединения.
- Не допускать попадания волос, одежды в подвижные соединения.
- По завершении работы манипулятор должен быть отключен от питания.

Практическая работа

Задание

Работая в режиме поступательных перемещений, с помощью пульта дистанционного управления постройте башню, переместив кубики из зоны А в зону Б в определенной последовательности (начиная от основания): синий, зеленый, желтый, красный (см. схему – вид сверху).

Выполните это же задание в режиме вращательных перемещений.

Примечание. Данное задание может выполняться в парах

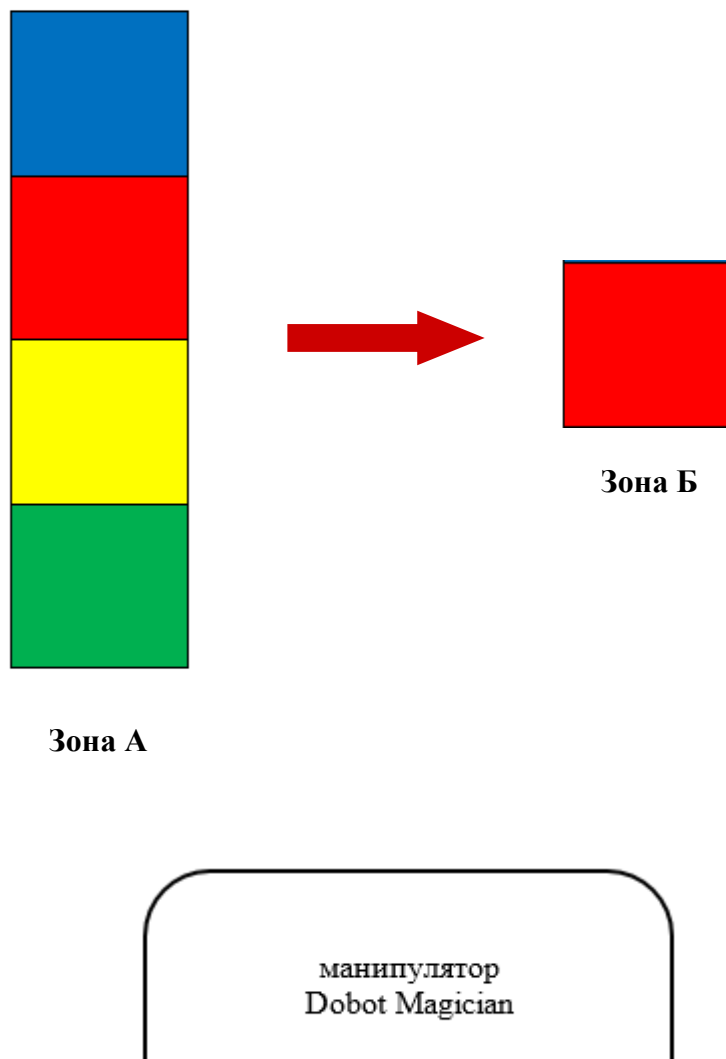


Рис. 5. Схема перемещения кубиков

Алгоритм выполнения работы

1. Установите на манипулятор воздушную помпу и вакуумный / механический захват (на выбор). Этапы установки и подключения элементов показаны в п. 4 (стр. 5 – 7), п. 2 (стр. 12 – 14) [методического пособия](#).
2. Подключите к манипулятору пульт дистанционного управления (п. 3.2. стр. 14 – 16 [методического пособия](#)).
3. Включите питание робота-манипулятора.
4. Выполните тренировочные упражнения по движению частей манипулятора с помощью пульта.
5. Выполните задание в режиме линейном и сферическом режимах.
6. Смените рабочий инструмент.
7. Оцените качество выполненной работы.
8. Проанализируйте скорость и точность выполнения задания в различных системах перемещения и сделайте вывод.
9. Определите наиболее эффективный способ.

Контрольные вопросы

1. Опишите устройство и функциональные возможности робота-манипулятора Dobot Magician.
2. За счет чего происходит движение элементов манипулятора?
3. Для чего необходима кнопка разблокировки шаговых двигателей?
4. Что такое дистанционное управление и в каких ситуациях без него не обойтись?
5. Какие преимущества и недостатки имеет каждый способ управления пультом?
6. Каким образом можно сменить рабочий инструмент?
7. В чем преимущества вакуумного захвата по сравнению с механическим?
8. Приведите примеры устройств с дистанционным управлением.

Инструкция

по подключению и управлению пультом дистанционного управления

1. Подключение комплекта ручного управления к манипулятору

1.1. Подключите USB-контроллер к 10-контактному разъему на основании манипулятора.



10-контактный разъем



USB-контроллер

Bluetooth-модуль

1.2. Нажмите кнопку питания на основании манипулятора.

На USB-контроллере загорится синий индикатор, после чего последует четыре коротких звуковых сигнала – подключение успешно, и загорится зеленый индикатор.

Примечание.

*Если индикатор состояния на основании манипулятора светится **красным** цветом, выполните следующее: нажмите кнопку разблокировки двигателей и, удерживая её, переместите стрелу и отпустите кнопку. Индикатор состояния станет **зелёным**.*

1.3. Для начала работы удерживайте на пульте управления кнопку «домой» до тех пор, пока индикаторы на нем не будут гореть постоянно.



домой

индикаторы
состояния

2. Основы дистанционного управления

2.1. Режимы управления

Управление пультом имеет два режима: режим вращательных перемещений (в сферических координатах) и режим поступательных перемещений (в декартовых координатах). По умолчанию в качестве исходного режима задана работа в сферической системе координат.

Для переключения между режимами управления используются верхние кнопки на внешней стороне пульта управления:

- **левая кнопка (LB)** отвечает за перемещения в сферической системе координат;
- **правая кнопка (RB)** отвечает за линейные (поступательные) перемещения.

На верхней панели пульта курки отвечают за перемещение рабочего инструмента.

Кнопка «X» включает откачивание воздуха и приводит к открытию механического захвата.

Кнопка «Y» закрывает захват, помпа при этом включена

Кнопка «B» отключает механический / вакуумный захват.

*RB - линейные
перемещения*



*LB - перемещение в
сферической системе
координат*

Цель: ознакомиться с интерфейсом и функциями программного обеспечения DobotStudio, освоить управление манипулятором при помощи панели управления

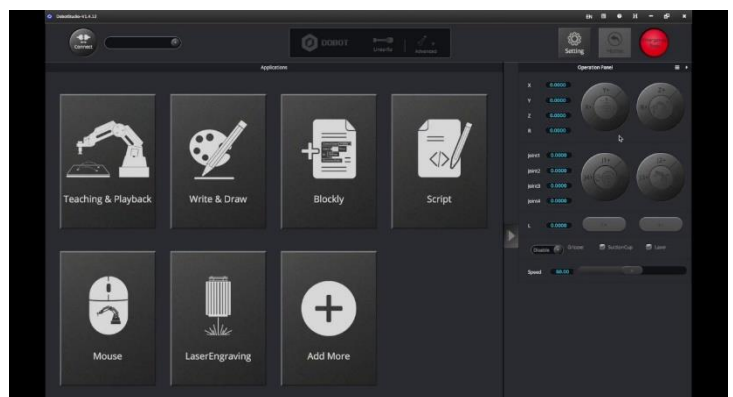
Планируемые результаты:

- умеет управлять манипулятором с помощью панели управления ПО DobotStudio
- умеет изменять координаты при движении манипулятора по осям координат
- знает интерфейс программы DobotStudio
- знает функциональные возможности программы DobotStudio
- знает способы управления манипулятором с помощью компьютера

Используемое оборудование и материалы:

робот-манипулятор Dobot Magician, вакуумный захват, воздушная помпа, компьютер с установленной программой DobotStudio, учебно-методическое пособие «Dobot Magician. Образовательная инженерная платформа», лист формата А4, бумажный скотч

Фотографии оборудования:



Краткий теоретический материал

Инженерная платформа DOBOT Magician кроме пульта управления может управляться и программироваться от компьютера через программную среду DobotStudio.

Программу DobotStudio можно скачать с [официального сайта](#) компании Технолаб – эксклюзивного дистрибьютора на территории Российской Федерации. Для этого на главной странице сайта необходимо выбрать вкладку «Продукция» – «Серия DOBOT Magician» – «Подробнее» – «Центр загрузок» (рис. 1).

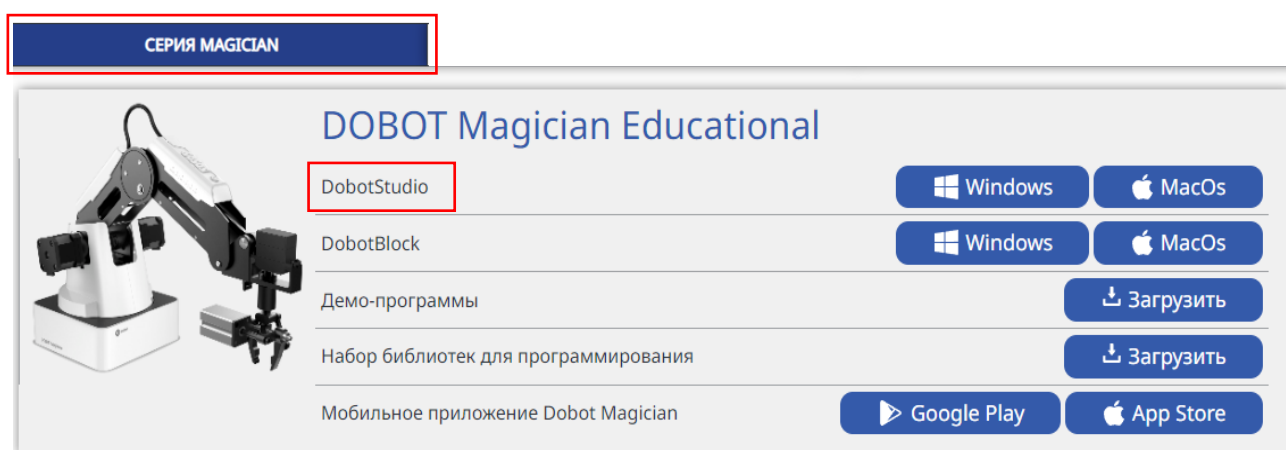


Рис. 1. Скачивание программного обеспечения DobotStudio

Интерфейс программы состоит из отдельных элементов, обеспечивающих функциональность манипулятора. В приложении 1 представлено изображение основных функциональных блоков и даны пояснения каждого блока.

Панель управления в ПО DobotStudio – это рабочий инструмент программы, принимающий и передающий команды оператора по управлению режимами работы манипулятора. Панель управления расположена в правой части экрана и может находиться в скрытом или открытом состоянии.

На панели располагаются окошки, отображающие числовые характеристики совершаемых манипулятором движений, оператор может отслеживать текущие координаты рабочего инструмента в декартовой системе координат (параметры X, Y, Z, R) и в сферической системе координат (Углы 1–4).

Кнопка «L» отвечает за регулировку положения подвижного элемента модулей «Конвейер» и «Рельс». Для того чтобы обозначить, с каким инструментом в данный момент работает манипулятор, необходимо поставить галочку в окошке нужного инструмента. Для манипуляций с рабочими инструментами используется кнопка «Включить / Отключить». Строка «Скорость» отвечает за управление скоростью перемещения элементов манипулятора (рис. 2).



Рис. 2. Панель управления ПО DobotStudio

Управление манипулятором при помощи панели осуществляется путем нажатия кнопок, отвечающих за поступательные и вращательные перемещения. Пояснения о порядке передвижения рабочего инструмента при нажатии различных кнопок показаны [в методическом пособии](#) на стр. 37-38.

Фиксация координат позволяет понимать траекторию перемещения и положение в системе координат не только захватываемого предмета, но и каждого элемента манипулятора, а также дает возможность понимать, как взаимное изменение координат относительно друг друга влияет на траекторию движения рабочего инструмента манипулятора.

Для того чтобы понять расположение осей координат относительно манипулятора, необходимо поместить Dobot Magician в стартовое положение (при помощи нажатия в правом углу ПО DobotStudio кнопки «Домой») (рис. 3). В качестве стартового положения манипулятора по умолчанию задано такое положение, при котором стрела и плечо манипулятора опущены, а колонна повернута в направлении лицевой стороны основания.

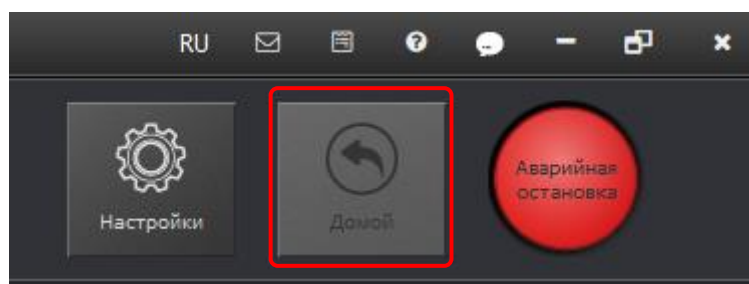


Рис. 3. Кнопка «Домой» на панели управления

Манипулятор имеет собственную систему координат. Точка начала координат манипулятора находится посередине между внешними шаговыми двигателями. Оси X и Y параллельны основанию манипулятора, при этом ось X направлена от точки начала координат к рабочему инструменту, а ось Y перпендикулярна оси X и направлена в сторону левого шагового двигателя (в стартовом положении — в сторону расположения кнопки включения на основании манипулятора). Ось Z направлена вверх перпендикулярно основанию манипулятора и, соответственно, осям X и Y (рис. 4).

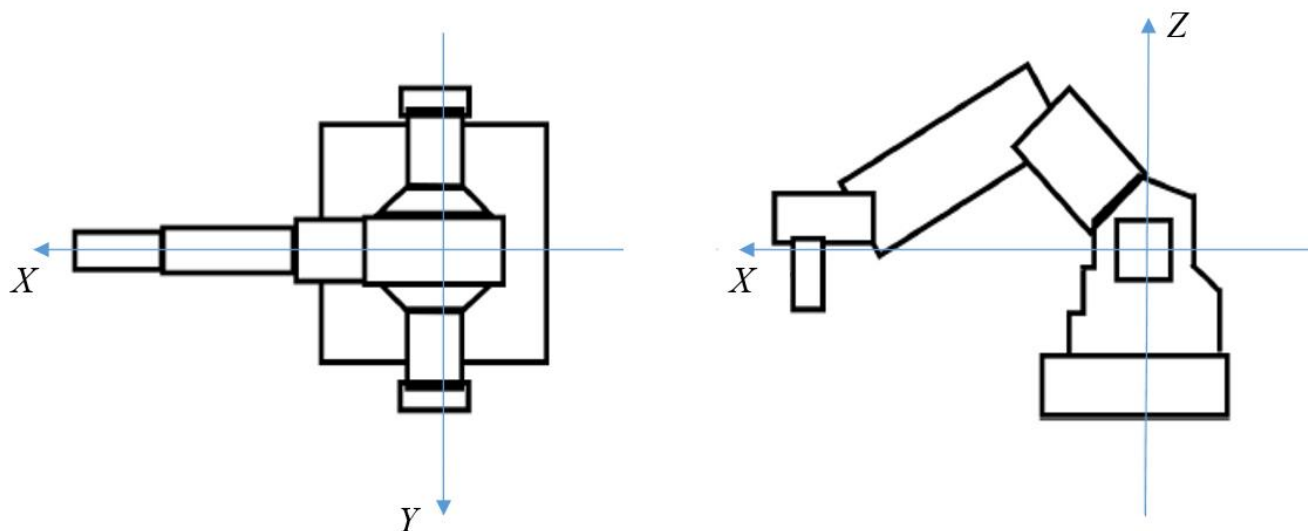


Рис. 4. Положение осей X , Y , Z и начала координат манипулятора

Координаты рабочего инструмента в стартовом положении манипулятора: $X = 240$, $Y = 0$, $Z = 60$. В стартовое положение манипулятор возвращается каждый раз при нажатии кнопки «Домой». Обратите внимание, что для координаты $Z = 60$ мм – это расстояние, которое соответствует размещению крайней точки рабочего инструмента на уровне оси между двигателями. При этом до поверхности, на которой стоит основание и на которой будут размещены кубики, еще минимум 130 мм.

Изучите влияние перемещения рабочего инструмента на координаты ([методическое пособие](#), стр. 40-41). При перемещении рабочего инструмента по каждой из осей изменяются значения углов. Это связано с тем, что шаговые двигатели позволяют совершать только вращательные движения, а согласованные действия двух шаговых двигателей преобразуют это вращение в поступательное движение.

Практическая работа

Предварительная подготовка.

1. Разлините листы формата А4 в клетку. Размер одной клетки 30 x 30 мм.
2. Установите на манипулятор вакуумный захват и воздушную помпу. При необходимости воспользуйтесь инструкцией, представленной на стр. 5–7 [методического пособия](#).
3. Разместите перед манипулятором и закрепите при помощи скотча листы на таком расстоянии от манипулятора, чтобы все клетки попали в его рабочую зону (рис. 5).

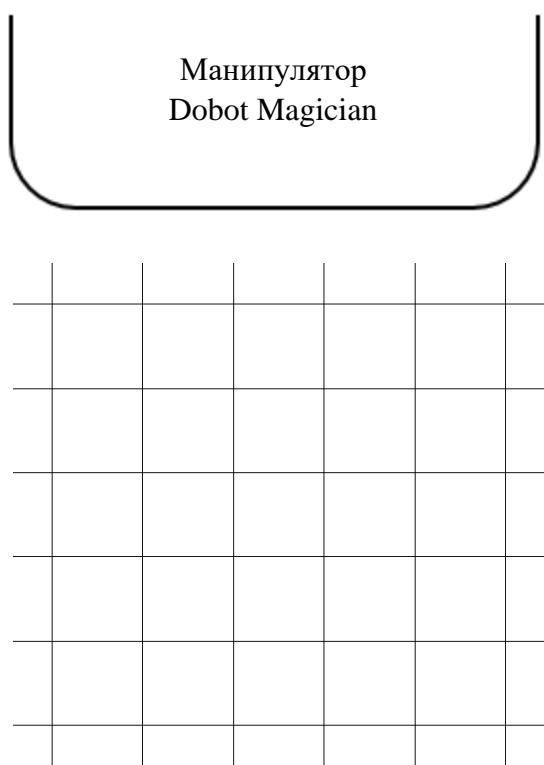


Рис. 5. Фрагмент листа в рабочей области манипулятора

Перед выполнением задания включите ПК и подключите к нему манипулятор. Инструкция по подключению манипулятора к компьютеру представлена в приложении 2.

Задание

Сборочный цех одного из производственных предприятий состоит из участков, между которыми осуществляется перемещение комплектующих / деталей:

участок I – слесарно-механическая обработка;

участок II – сборка составных модулей;

участок III – общая сборка;

участок IV – настройка и тестирование;

участок V – упаковка готовой продукции.

1. Условными знаками обозначьте на листе участки сборочного цеха и траекторию перемещения деталей (произвольно), при этом обратите внимание, чтобы все участки попали в рабочую зону манипулятора. На рис. 6 показаны варианты обозначения участков и траектории перемещения.

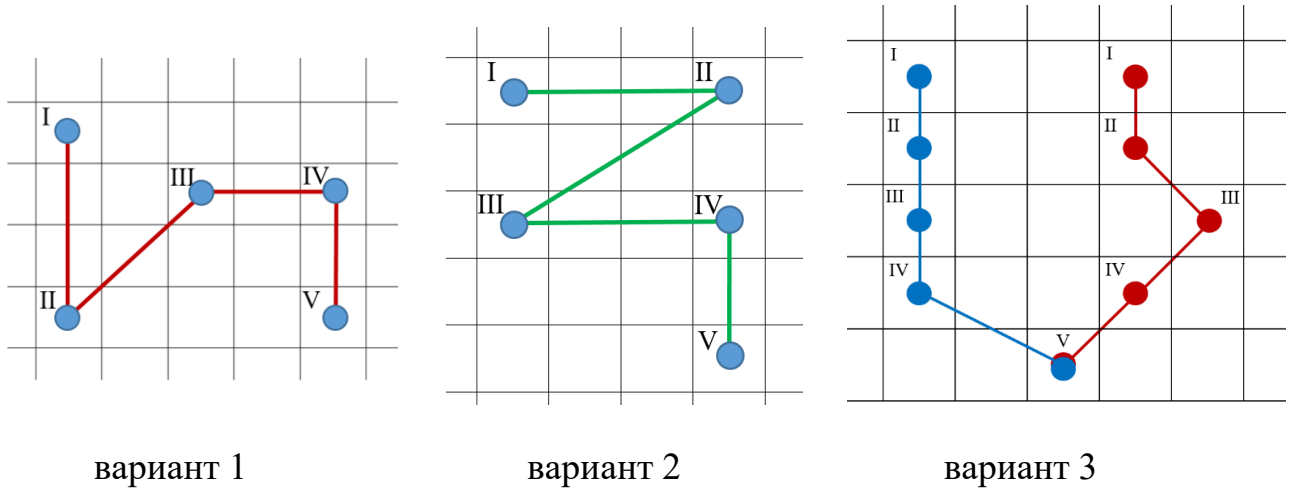


Рис. 6. Варианты обозначения участков и траектории перемещения

2. При помощи панели управления программы DobotStudio переместите деталь (кубик) последовательно от первого до пятого участка. При работе в парах возможно использовать два кубика (вариант 3) и на пятом участке поставить их один на другой.

3. Зафиксируйте координаты на каждом участке.

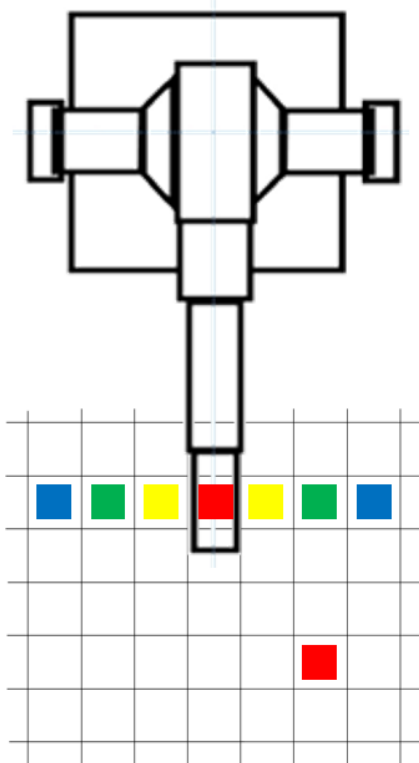
	X	Y	Z	угол 1	угол 2	угол 3	угол 4
I							
II							
III							
IV							
V							

Сделайте выводы о характере изменения координат и углов при том или ином движении манипулятора.

В каком случае возможно исключить из производственного процесса участок IV – общая сборка?

Контрольные вопросы

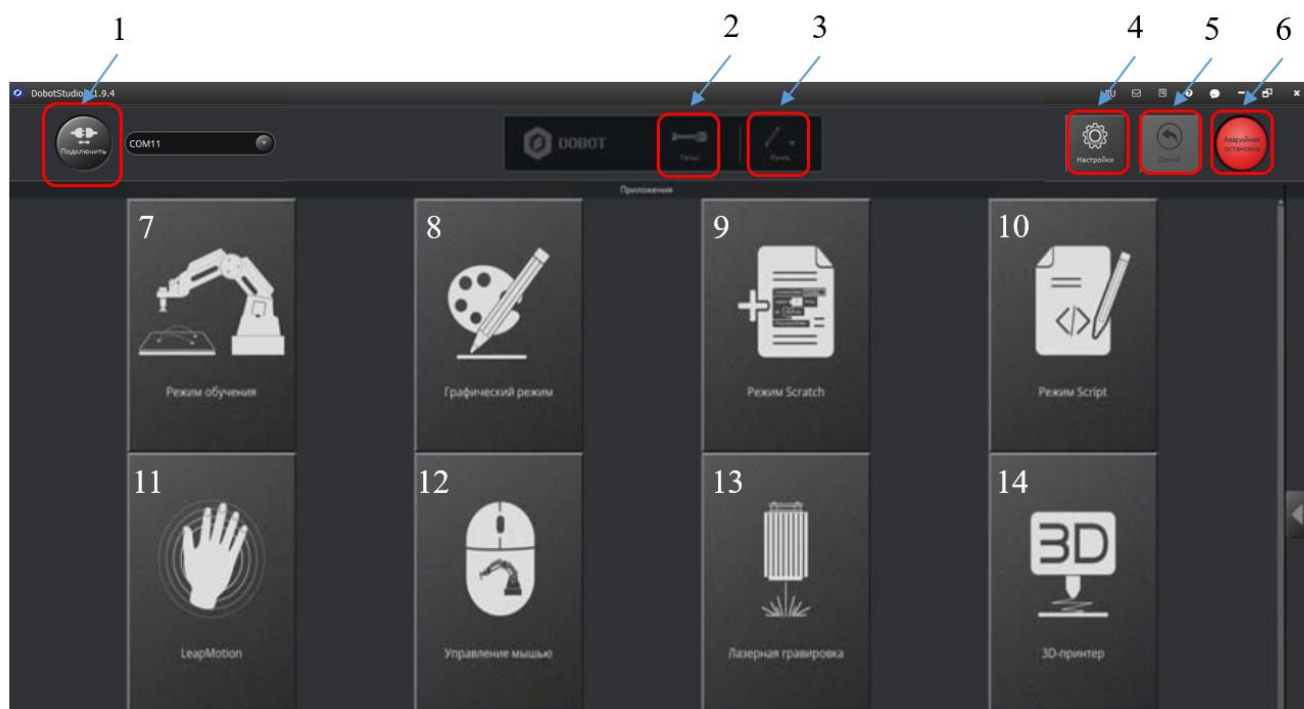
9. Опишите элементы интерфейса ПО DobotStudio.
10. Перечислите функциональные возможности ПО DobotStudio.
11. Что из себя представляет панель управления?
12. Каким образом осуществляется управление манипулятором при помощи панели управления?
13. Чем управление с панели отличается от управления пультом? В чем преимущества и недостатки этих способов управления?
14. Каково расположение осей координат относительно манипулятора и каким образом рассчитываются координаты рабочего инструмента при его перемещении?
15. Как определить максимально возможные координаты при перемещении объекта по оси Y?
16. Определите координаты красного кубика при перемещении его, как показано на рисунке. Условные размеры клетки и кубика 25 x 25 мм. Заполните таблицу.



оси координат	начальные координаты красного кубика, мм	конечные координаты красного кубика, мм
X	275	
Y	10	
Z	-28	

Интерфейс программы DobotStudio

В левой части экрана размещены кнопки основных функциональных модулей манипулятора и кнопка для самостоятельного добавления модулей.



Интерфейс ПО «DobotStudio»

№	Пояснение
1	Кнопка «Подключить». При нажатии происходит подключение манипулятора. Если данная кнопка изменилась на «Отключить», то подключение выполнено успешно.
2	Модуль «Рельс». При активации включается линейное перемещение манипулятора, установленного на рельс.
3	Модуль «Рабочий инструмент». Для того чтобы обозначить, с каким инструментом в данный момент работает манипулятор, необходимо поставить галочку в окошке нужного инструмента.
4	Меню «Настройки». Позволяет выполнять управление параметрами манипулятора.
5	Кнопка «Домой». Манипулятор автоматически возвращается в стартовое положение. Данное положение можно дополнить или изменить в меню «Настройки».

6	Кнопка «Аварийная остановка». При нажатии производится немедленная остановка манипулятора.
7	Функциональный модуль «Режим обучения». Режим составления простых линейных программ для перемещения рабочего инструмента манипулятора между точками. В этом режиме Dobot повторяет действия за оператором или следует его указаниям.
8	Функциональный модуль «Графический режим». Предназначен для написания текста, рисования изображений.
9	Функциональный модуль «Blockly». Режим программирования манипулятора в пиктографической среде программирования Dobot Blockly.
10	Функциональный модуль «Script». Режим программирования манипулятора в объектно-ориентированном языке программирования Python.
11	Функциональный модуль «LeapMotion». Технология управления манипулятором при помощи сенсора, считывающего движения рук.
12	Функциональный модуль «Управление мышью». Режим управления манипулятором в сферической системе координат при помощи использования компьютерной мыши.
13	Функциональный модуль «Лазерная гравировка». Режим для управления лазерным гравером. Позволяет вырезать (выжигать) загруженные в растровом формате рисунки при помощи лазера.
14	Функциональный модуль «3D-принтер». Режим позволяет манипулятору работать в качестве 3D-принтера. Требуется установка специального ПО.

Инструкция по подключению манипулятора к компьютеру

1. Включите ПК и запустите ПО DobotStudio.
2. Язык ПО по умолчанию английский. Для того чтобы сменить его, вызовите меню языковых параметров. Оно находится в верхней части окна (буквы EN). Выберите русский язык и перезапустите ПО.
3. Подключите адаптер питания к основанию манипулятора, включите питание кнопкой, расположенной на основании. Дождитесь, когда манипулятор издаст несколько коротких звуковых сигналов. Убедитесь, что индикатор состояния зеленый.

Примечание.

Если индикатор состояния на основании манипулятора светится красным цветом, нажмите кнопку разблокировки двигателей и, удерживая её, переместите стрелу и отпустите кнопку. Индикатор состояния станет зелёным.



Включение манипулятора

4. Выполните подключение манипулятора к компьютеру при помощи USB-кабеля.
5. В окне ПО нажмите на кнопку «Подключить», которая расположена в верхнем левом углу. Если данная кнопка изменилась на «Отключить», то подключение выполнено успешно.

Цель: выполнить написание текста и рисование импортированного изображения в графическом режиме

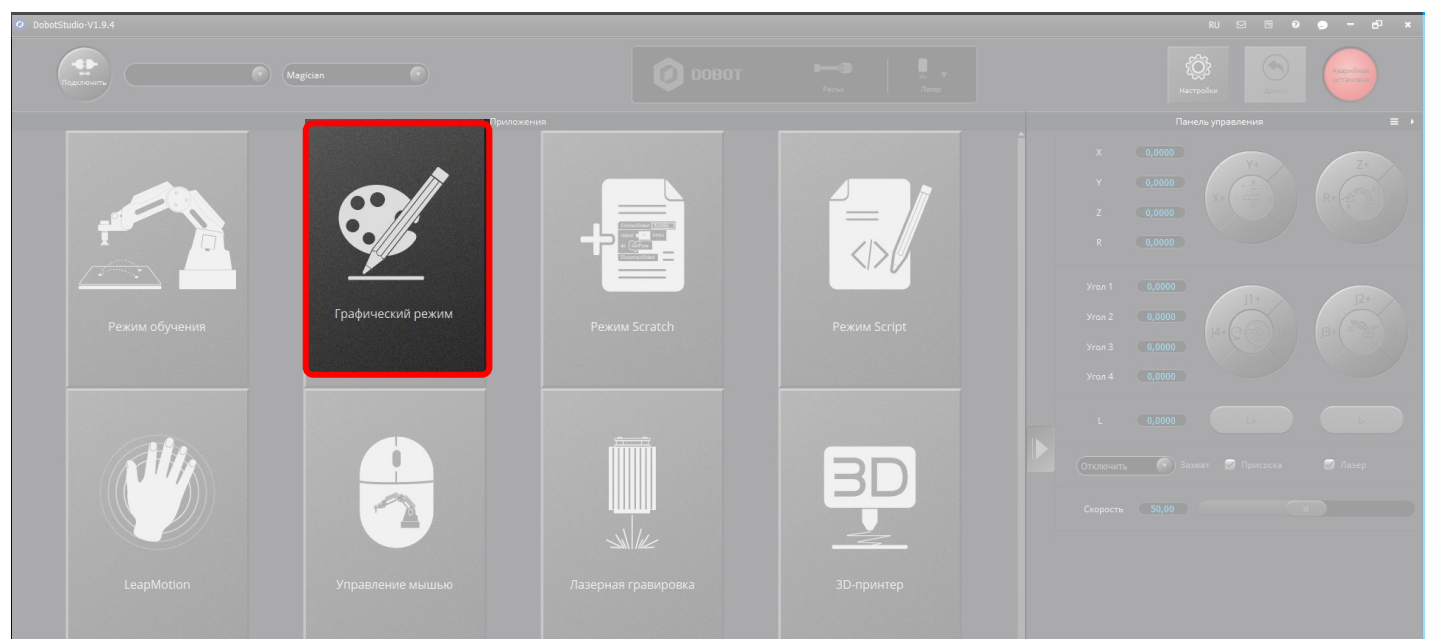
Планируемые результаты:

- умеет установить захват для пишущего инструмента
- умеет управлять роботом-манипулятором в графическом режиме
- знает принцип работы захвата для пишущего инструмента
- знает особенности импорта изображений в ПО «DobotStudio»

Используемое оборудование и материалы:

робот-манипулятор Dobot Magician, захват для пишущего инструмента, компьютер с установленной программой DobotStudio, учебно-методическое пособие «Dobot Magician. Образовательная инженерная платформа», лист формата А4, бумажный скотч

Фотографии оборудования:



Краткий теоретический материал

Управление роботом-манипулятором с захватом для пишущего инструмента осуществляется при помощи ПО DobotStudio в режиме «Графический режим».

Захват для пишущего инструмента представляет собой металлический цилиндр с отверстием для ручки, карандаша, фломастера или другого пишущего инструмента с диаметром не более 10 мм. Для смены пишущего инструмента нужно открутить 4 крепежных винта, сменить пишущий инструмент и вновь закрутить винты (рис. 1).

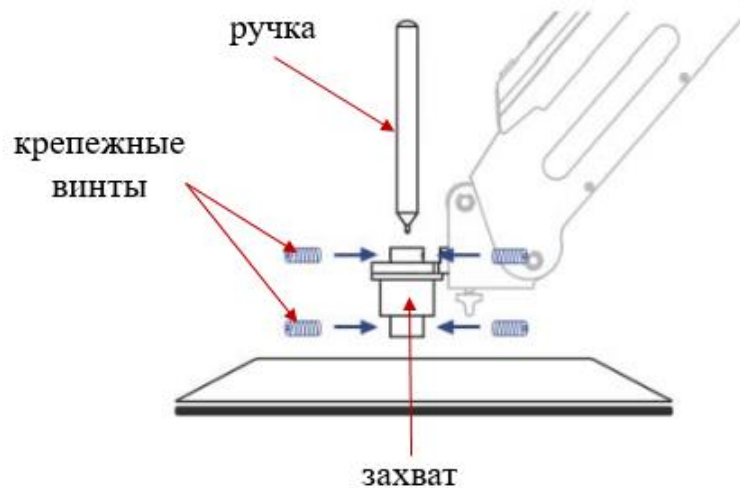


Рис. 1. Крепление пишущего инструмента

Для закрепления захвата для пишущего инструмента на роботоманипуляторе используется винт-бабочка (рис. 2).

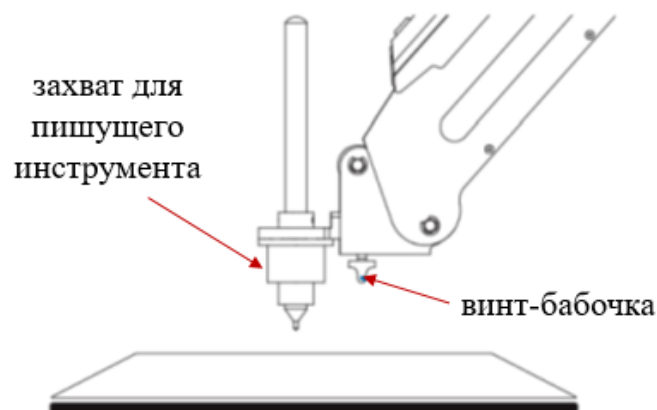
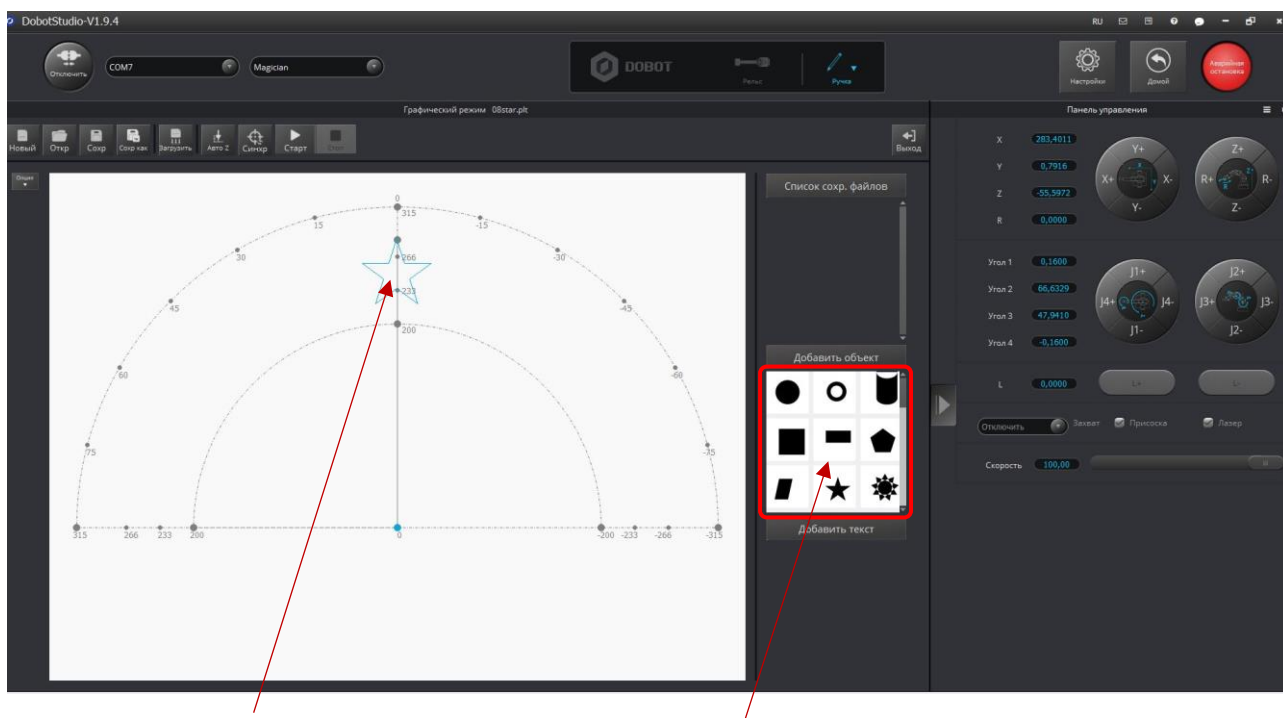


Рис. 2. Установка захвата для пишущего инструмента

Рабочая зона графического режима расположена между двумя дугами с диаметрами 200 мм и 315 мм. Если изображение или текст выходят за пределы рабочей зоны, то изображение будет иметь красный цвет вместо синего (рис. 3).

ПО DobotStudio имеет собственную библиотеку простых изображений, готовых к рисованию. Чтобы открыть ее, необходимо нажать «Добавить объект» в центральной части окна ПО. Кроме того, с использованием различных стилей можно написать текст.



объект из библиотеки

библиотека изображений

Рис. 3. Интерфейс графического режима

Процесс выполнения рисунка и текста с использованием шаблона, а также рисование импортированного изображения представлен [в методическом пособии](#) на стр. 51-52.

В графическом режиме возможно импортировать векторные изображения в программу DobotStudio и создавать сложные рисунки с помощью манипулятора. Благодаря встроенному конвертеру файлов растровые изображения автоматически преобразуются в векторные.

Практическая работа

Предварительная подготовка.

1. Установите на манипулятор захват для пишущего инструмента с ручкой при помощи винта-бабочки.
2. Включите ПК, запустите ПО DobotStudio и выполните подключение манипулятора к компьютеру.
3. Настройте графический режим и выполните тренировочные упражнения (приложение 1).

Задание

На производстве часто требуется проставлять маркировку на тонкостенных изделиях, а также на изделиях из хрупких материалов.

Маркировочный код содержит основные характеристики изделия и признаки его однозначной идентификации. В этом случае важно не повредить продукцию и при этом сделать нанесённый код хорошо читаемым и разборчивым. Основной способ при этом – маркировка краской.



а



б

Рис. 4. Примеры маркировки краской:
а – на лобовом стекле автомобиля, б – на трубах

Предположим, предприятие по производству металлопрокатных изделий выпускает балку двутавровую широкополочную, которая используется в мостостроении, при возведении сооружений с большими производственными площадями. Внешний вид, форма и размеры изделия представлены на рис. 5.



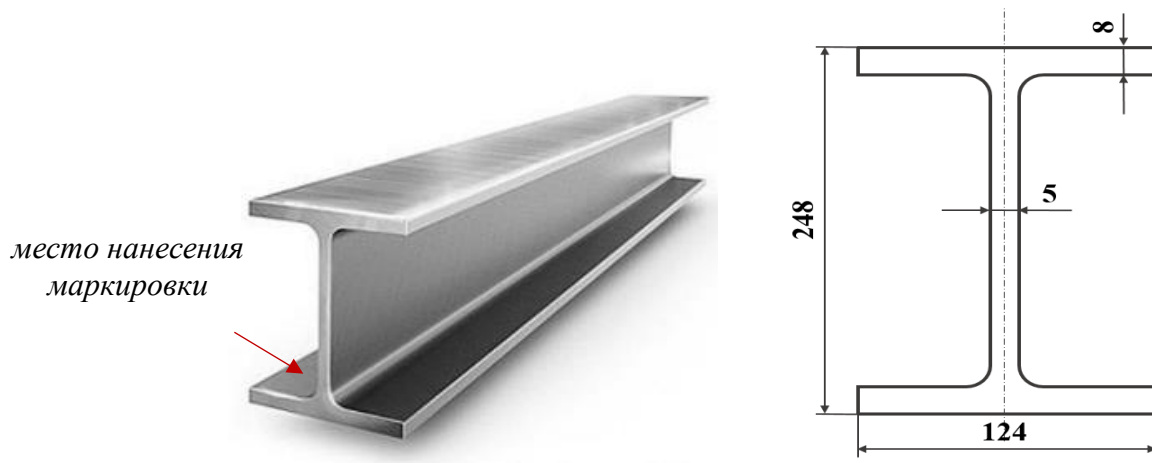


Рис. 5. Балка двутавровая 20Ш1 широкополочная СТО АСЧМ 20-93

1. Выполните «маркировку балки двутавровой»: 20Ш1 СТО АСЧМ 20-93. Набрать надпись возможно в редакторе ПО DobotStudio (графический режим).
2. Перейдите по [ссылке](#) и загрузите на компьютер любой понравившийся вам логотип.
3. Выполните логотип предприятия по производству металлопроката.



Рис. 6. Примеры логотипов предприятий

Примечание.

Размеры текста и логотипа должны соответствовать размеру балки (рис. 5).

Сделайте выводы о качестве выполнения рисунка в зависимости от его внешнего вида и конфигурации.

Контрольные вопросы

1. Какие параметры пишущего инструмента необходимо учесть при использовании его для письма и рисования манипулятором Dobot Magician?
2. Какой размер (в мм) имеет рабочая зона в графическом режиме?
3. Перечислите принципиальные отличия между написанием и рисованием рукой человека и манипулятором.
4. Какой тип компьютерной графики используется в графическом режиме?
5. Опишите алгоритм рисования импортированного изображения.
6. Какие параметры изображения можно изменять в рабочем поле?

Инструкция по настройке графического режима

1. В ПО DobotStudio смените тип рабочего инструмента: нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна, и выберите пункт «Ручка».

2. Зайдите в режим управления «Графический режим».

3. Рисование объекта из библиотеки ПО DobotStudio:

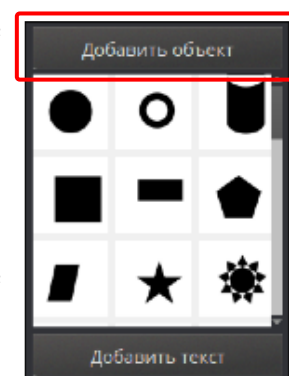
3.1. Нажмите кнопку «Добавить объект» и выберите любое изображение, нажмите на него один раз. При необходимости измените положение и масштаб изображения.

3.2. Установите манипулятор в исходное положение (нажмите кнопку «Домой»).

3.3. Отрегулируйте положение ручки по оси Z (Z+; Z-) и нажмите кнопку «Авто Z».

3.4. Нажмите кнопку «Синхр» – робот-манипулятор автоматически переместит пишущий инструмент в начальную точку рисунка. Отрегулируйте положение листа, на котором будет выполнен рисунок. Закрепите лист при помощи малярного (бумажного) скотча.

3.5. Выполните рисунок (кнопка «Старт»).



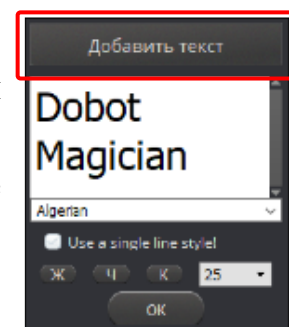
4. Написание текста:

4.1. Нажмите кнопку «Добавить текст» и введите в открывшемся поле фразу «Dobot Magician».

4.2. Нажмите кнопку «ОК», и текст отразится в рабочей зоне манипулятора.

4.3. При необходимости измените положение и масштаб текста.

4.4. Выполните рисунок (кнопка «Старт»).



5. Рисование импортированного изображения:

5.1. Откройте файл предварительно загруженного изображения в папке на вашем компьютере, нажав на кнопку «Открыть». Чтобы обеспечить высокую степень детализации изображения, рекомендуется использовать векторный формат.

5.2. После выбора файла появится окно конвертера файлов. Выберите в нем уровень контрастности конечного изображения и нажмите «Конвертировать в SVG».

5.3. Нажмите «Готово» – изображение появится в рабочей зоне манипулятора.

5.4. При необходимости измените положение и масштаб изображения.

5.5. Выполните рисунок (кнопка «Старт»).

Цель: освоить управление роботом-манипулятором в режиме обучения; научиться перемещать предметы при помощи вакуумного и механического захватов в режиме обучения

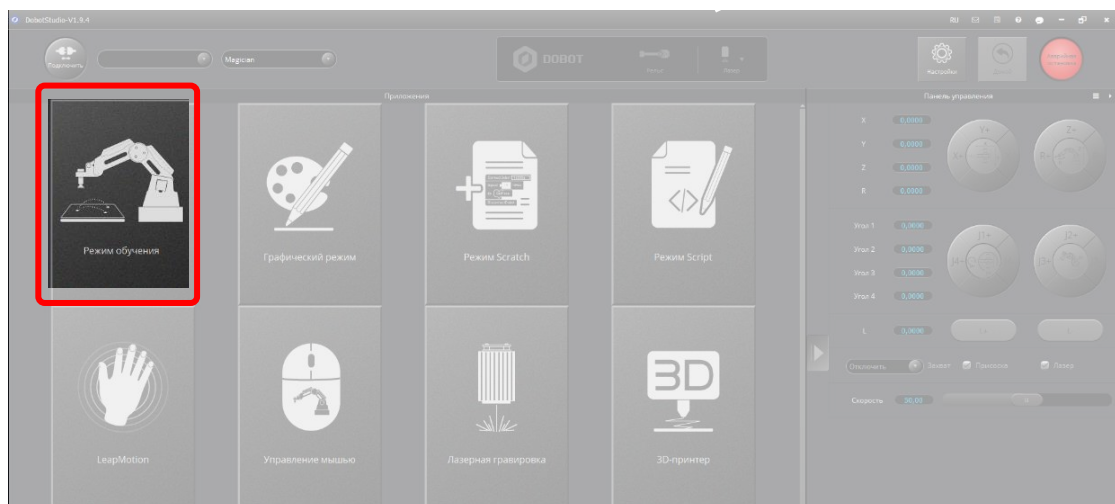
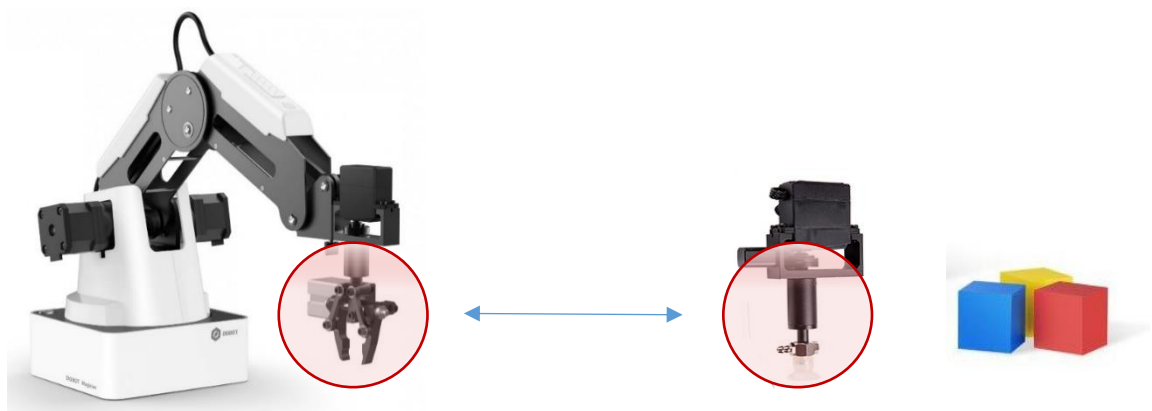
Планируемые результаты:

- умеет управлять манипулятором в режиме обучения
- умеет составлять управляющую программу для выполнения определенной последовательности действий в режиме обучения в ПО DobotStudio
- знает интерфейс и возможности режима управления в ПО DobotStudio
- знает типы движения при перемещении манипулятора от точки к точке
- знает принцип составления управляющей программы в режиме обучения

Используемое оборудование и материалы:

робот-манипулятор Dobot Magician с установленным механическим захватом и вакуумной помпой, вакуумный захват, компьютер с установленной программой DobotStudio, учебно-методическое пособие «Dobot Magician. Образовательная инженерная платформа», лист формата А4, бумажный скотч, кубики

Фотографии оборудования:



Краткий теоретический материал

Режим управления манипулятором «Режим обучения» позволяет создавать простые линейные программы, исполняя которые манипулятор будет выполнять заданные оператором действия.

Интерфейс «Режима обучения» представляет собой таблицу параметров сохраненных точек (рис. 1): тип движения, имя точки, координаты положения рабочего инструмента X, Y, Z, радиус поворота рабочего инструмента (R), длительность паузы после выполнения перемещения (задержка), состояние рабочего инструмента, рабочую панель для выбора типов движения.

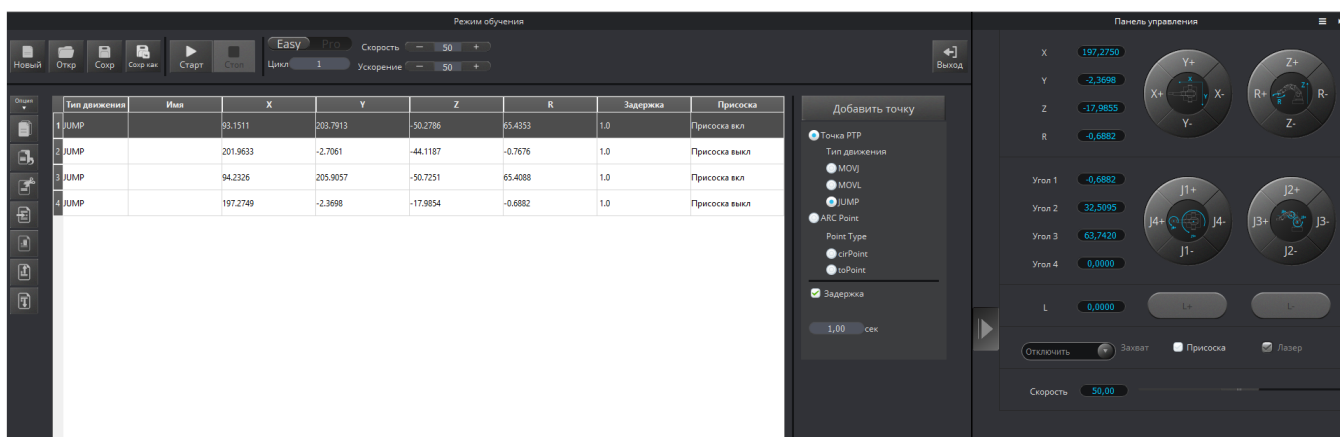


Рис. 1. Интерфейс режима обучения ПО DobotStudio

Манипулятор в режиме обучения может передвигаться от точки к точке, используя четыре типа движения: JUMP, MOVJ, MOVL и ARC Point (п. 5.3., стр. 18-19 [методического пособия](#)). Положение каждой точки можно показать манипулятору при помощи управляемого перемещения (с использованием панели управления) или в ручном режиме (с нажатием кнопки разблокировки шаговых двигателей (UNLOCK) на стреле манипулятора (рис. 2)).



Рис. 2. Положение кнопки разблокировки шаговых двигателей

Для включения ручного обучения манипулятора необходимо в меню «Настройки» изменить «Параметры обучения» – поставить галочку в окошке и выбрать действие, которое приведет к запоминанию точки: нажатие или отпускание кнопки UNLOCK. При управляемом перемещении сохранение точки происходит в момент нажатия кнопки «Добавить точку», в ручном режиме – в момент нажатия / отпускания кнопки UNLOCK (рис. 3).

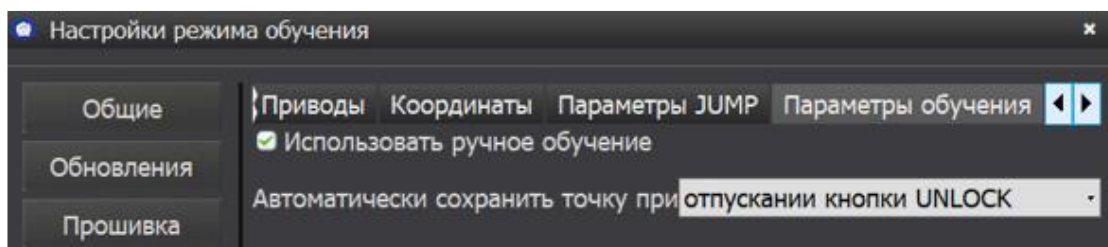


Рис. 3. Параметры обучения в меню «Настройки»

Все параметры в таблице можно редактировать посредством двойного нажатия левой клавиши компьютерной мыши. При необходимости можно скопировать сохраненные данные (строку) и вставить в таблицу. Для запуска автоматического перемещения используется кнопка «Старт».

тип движения	имя точки	координаты положения рабочего инструмента			радиус поворота рабочего инструмента	длительность паузы	состояние рабочего инструмента	кнопка «Добавить точку»
Тип движения	Имя	X	Y	Z	R	Задержка	Присоска	Добавить точку
1 JUMP		275.0	9.0	4.0	2.0	0.0	Присоска вкл	<input checked="" type="radio"/> Точка RTP Тип движения <input type="radio"/> MOVJ <input type="radio"/> MOVL <input checked="" type="radio"/> JUMP <input type="radio"/> ARC Point Point Type <input type="radio"/> cirPoint <input type="radio"/> toPoint
2 JUMP		254.0	126.0	-47.0	2.0	0.0	Присоска выкл	
3 JUMP		275.0	9.0	-21.0	2.0	0.0	Присоска вкл	
4 JUMP		231.0	111.0	-47.0	2.0	0.0	Присоска выкл	

рабочая панель для выбора типов движения

Рис. 4. Параметры режима обучения

В режиме обучения можно контролировать траекторию движения манипулятора – последовательного перемещения рабочего инструмента от точки к точке и выполнения в этих точках определенных действий, например, захват или отпускание предмета. Кроме того, во время выполнения программы предусмотрено выделение строки, которая выполняется в данный момент, что позволяет анализировать управляющую программу в целом и вносить изменения в отдельные строки для достижения планируемого результата.

Практическая работа

Предварительная подготовка.

1. Установите на манипулятор вакуумный захват и воздушную помпу. При необходимости воспользуйтесь инструкцией, представленной в п. 4 (стр. 5 – 7) [методического пособия](#).
2. Включите ПК, запустите ПО DobotStudio и выполните подключение манипулятора к компьютеру.

Задание

1. В режиме обучения ПО DobotStudio составьте управляющую программу по перемещению кубиков из зоны А в зону Б. Рабочий инструмент – вакуумный захват. Очередность кубиков выберите самостоятельно.

Примечание.

При выполнении задания выберите оптимальный тип движения.

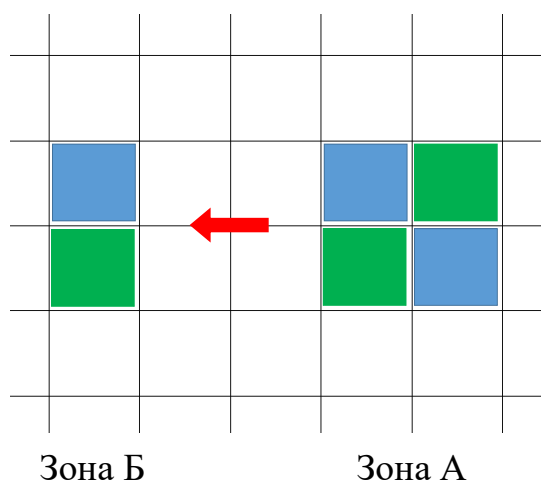


Схема перемещения кубиков

Смените рабочий инструмент – установите механический захват. При необходимости воспользуйтесь инструкцией, представленной в п. 2 (стр. 12 – 14) [методического пособия](#).

2. В зоне А один на другом размещены два кубика: верхний – красный кубик, нижний – синий кубик (см. схему – вид сверху). В режиме обучения ПО DobotStudio составьте управляющую программу по перемещению кубиков из зоны А в зону Б и обратно. Количество повторений – 2. Рабочий инструмент – механический захват.

Примечание.

При выполнении задания выберите оптимальный тип движения.

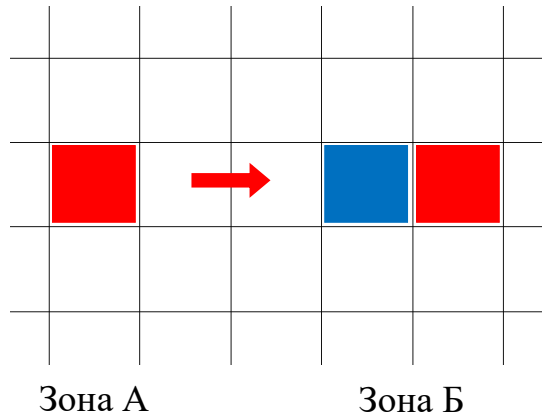


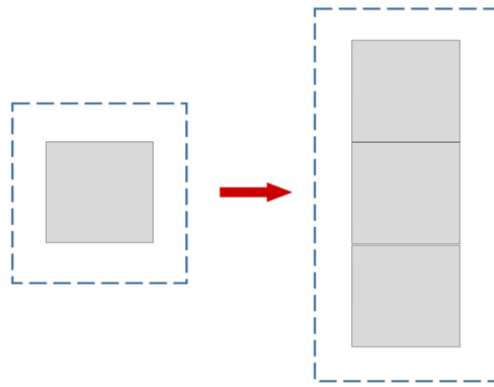
Схема перемещения кубиков

Почему первую часть задания невозможно выполнить при помощи механического захвата?

Предложите производственный процесс, в котором возможно использование подобных способов автоматизации.

Контрольные вопросы

1. Перечислите параметры точки в программе, составленной в режиме обучения.
2. В чем состоит функция кнопки UNLOCK?
3. Назовите отличия в видах управления в режиме обучения и опишите возможности их применения.
4. В чем состоит принцип управления манипулятором в режиме обучения?
5. От чего зависит применение того или иного типа движения в режиме обучения?
6. Проанализируйте схему и управляющую программу по перемещению деталей из одной зоны в другую (рис. 5). Манипулятор воспроизводит последовательность действий, но при перемещении поворачивает деталь и устанавливает ее в зону Б под углом. В связи с этим дальнейшая транспортировка деталей невозможна.



Зона А

Зона Б

	Тип движения	Имя	X	Y	Z	R	Задержка	Присоска
1	JUMP		275.0	9.0	4.0	2.0	0.0	Присоска вкл
2	JUMP		254.0	126.0	-47.0	27.0	0.0	Присоска выкл
3	JUMP		275.0	9.0	-21.0	2.0	0.0	Присоска вкл
4	JUMP		231.0	111.0	-47.0	27.0	0.0	Присоска выкл
5	JUMP		275.0	9.0	-47.0	2.0	0.0	Присоска вкл
6	JUMP		206.0	111.0	-47.0	27.0	0.0	Присоска выкл
7	JUMP		220.0	70.0	25.0	20.0	0.0	Присоска выкл

Рис. 5. Схема перемещения деталей и управляющая программа в режиме обучения

Какие изменения необходимо внести в программу, чтобы при установке деталей в зону Б угол не менялся?

Цель: выполнить лазерную гравировку на специальном картоне

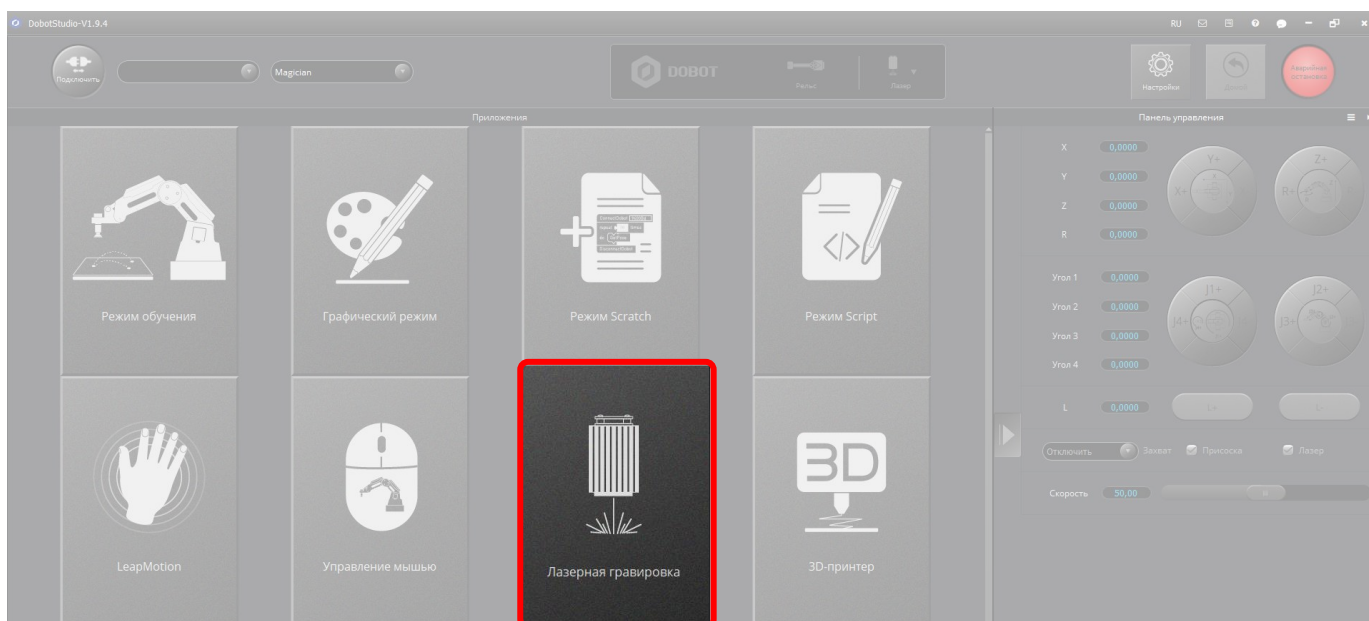
Планируемые результаты:

- умеет установить модуль лазерной гравировки
- умеет управлять роботом-манипулятором в режиме лазерной гравировки
- знает принцип работы лазерного гравера
- знает особенности импорта изображений в ПО «DobotStudio» для лазерной гравировки

Используемое оборудование и материалы:

робот-манипулятор Dobot Magician, модуль лазерной гравировки, компьютер с установленной программой DobotStudio, учебно-методическое пособие «Dobot Magician. Образовательная инженерная платформа», картон, специальное стекло, бумажный скотч

Фотографии оборудования:



Краткий теоретический материал

Лазерная гравировка – это высокотехнологичный прогрессивный метод нанесения изображения или текста на поверхность различных материалов. С помощью лазерной гравировки можно наносить оригинальные сложнейшие рисунки, придающие эксклюзивности любым объектам, поскольку лазерный луч способен воспроизвести мельчайшие детали изображения с максимальной точностью, а бесконтактная обработка материалов обеспечивает отсутствие повреждений обрабатываемых поверхностей. При этом лазерная гравировка является постоянной и устойчивой к истиранию.

С помощью модуля лазерной гравировки манипулятор Dobot Magician может гравировать на различных материалах, например, на бумаге, дереве, коже.

Рабочая зона режима лазерной гравировки расположена между двумя дугами с диаметрами 200 мм и 315 мм (рис. 1). Если изображение или текст выходят за пределы рабочей зоны, то изображение будет иметь красный цвет вместо синего. Режим лазерной гравировки работает с растровой картинкой в формате BMP, JPEG или PNG. Растровый механизм предусматривает создание графического образа с помощью точек и пикселей высокой разрешающей способности.

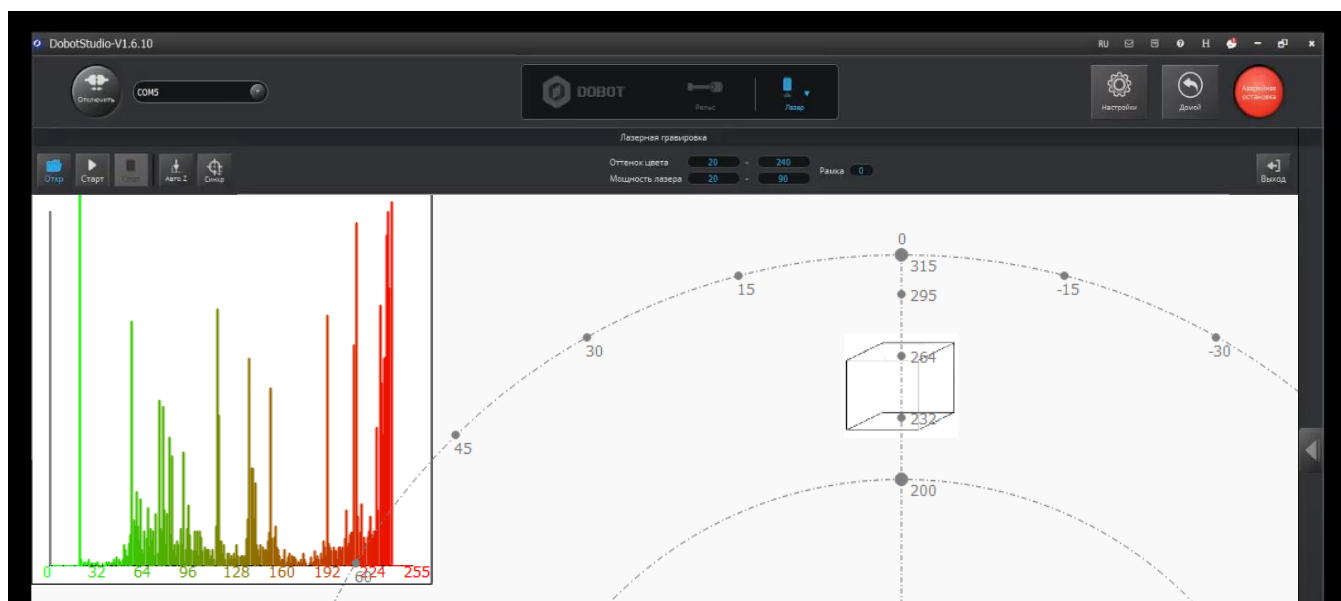


Рис. 1. Интерфейс режима лазерной гравировки

Перед выполнением гравировки необходимо провести настройку фокуса рабочего инструмента. Оптимальной фокусировкой является такое положение лазера, при котором видимая точка на обрабатываемой поверхности имеет минимальный размер из возможных. Инструкция по настройке фокуса рабочего инструмента представлена в приложении 2.

Глубина гравировки обрабатываемого изделия непосредственно зависит от мощности лазера. При фокусировке луча в пятно с наименьшим диаметром происходит высокотемпературное воздействие на поверхность материала, и при движении этого пучка энергии происходит выжигание изображения или текста на поверхности. Повышение мощности изменяет глубину и толщину проникновения луча, обеспечивает прорезывание (так называемая лазерная резка) обрабатываемого материала (рис. 2).

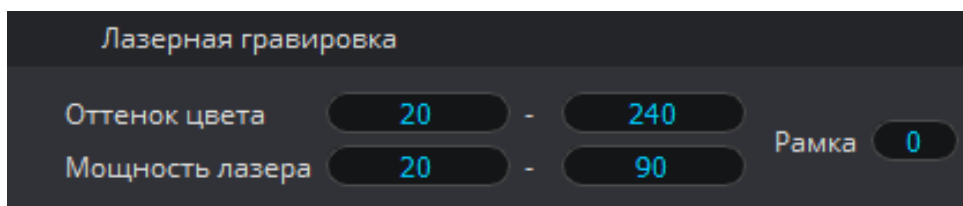


Рис. 2. Настройка параметров лазерной обработки

Порядок установки и настройки параметры лазерной гравировки показан на стр. 57 [методического пособия](#).

Техника безопасности с лазерным гравером

- использовать специальные защитные очки при работе с лазером;
- не начинать работу с лазером без разрешения преподавателя;
- перед началом работы убедиться в исправности манипулятора и его комплектующих;
- убедиться в готовности рабочего места к началу работы: рабочая поверхность перед манипулятором очищена от загрязнений и посторонних предметов;
- избегать попадания рук, других частей тела, волос и одежды в рабочую зону лазера;
- нельзя направлять лазер на человека и его одежду;
- при работе лазера не смотреть на его луч;
- не оставлять работающее оборудование без присмотра;
- в случае обнаружения неисправности отключить манипулятор и поставить в известность преподавателя;
- не пытаться самостоятельно чинить неисправный манипулятор;
- по окончании работы отключить оборудование от электропитания.

Практическая работа

Предварительная подготовка.

1. Включите ПК, запустите ПО DobotStudio и выполните подключение манипулятора к компьютеру.
2. Установите модуль лазерной гравировки (приложение 1).

Лазерная гравировка изделий пользуется широкой популярностью. С помощью этой технологии можно нанести наименование, указать параметры, написать номер партии, разместить фирменный знак, выполнить украшение сувенира.

Фирменный знак – это визуальный символ, представляющий идентичность компании. Это яркое изображение, которое отражает суть бренда для улучшения узнаваемости и распознаваемости в обществе. Фирменные знаки обычно более абстрактны или минималистичны по своему дизайну (рис. 3).

Отрасль	Примеры фирменных знаков
Телекоммуникации и информационные технологии	
Индустрия моды и косметика	
Общественное питание	

Рис. 3. Примеры фирменных знаков известных компаний в различных отраслях экономики

Например, фирменный знак японской автомобилестроительной корпорации Toyota состоит из трех овалов (эллипсов) разного размера. Два из них пересекаются и образуют фигуру, напоминающую букву Т, с которой начинается наименование автопроизводителя, также это пересечение символизирует тесную связь между сердцами клиентов и сердцем корпорации. В трех пересекающихся овалах заключены все буквы, используемые для написания названия компании (рис. 4). Большой овал – это символ окружающего мира, который символизирует известность и популярность продукции компании на всей планете.

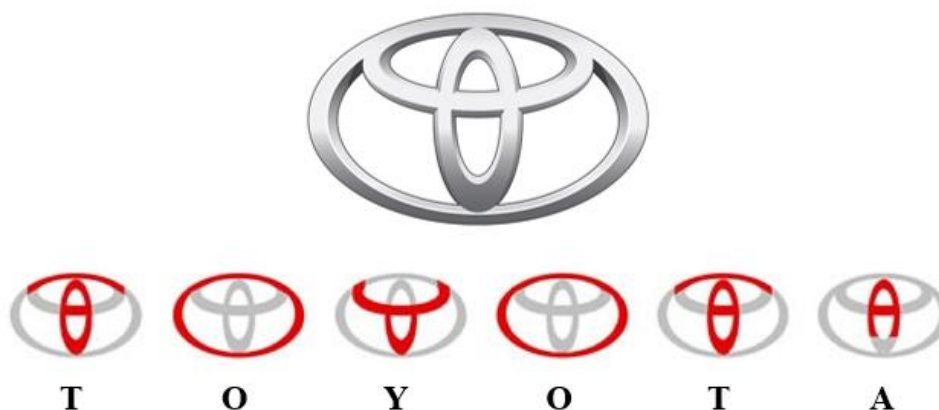


Рис. 4. Значение фирменного знака Toyota

Задание

Импортируйте в ПО DobotStudio эскиз фирменного знака предприятия и выполните гравировку созданного изображения.

Алгоритм выполнения задания:

1. Перейдите по [ссылке](#) и загрузите на компьютер любой понравившийся вам логотип.
3. Положите лист картона на стеклянную поверхность (входит в комплект), которая должна находиться в рабочей зоне манипулятора, и зафиксируйте его с помощью бумажного скотча.
4. Зайдите в режим «Лазерная гравировка».
5. Установите манипулятор в исходное положение (нажмите кнопку «Домой»).
6. Настройте фокус рабочего инструмента (приложение 2).

Важно! Все работы по настройке лазерного луча необходимо проводить в защитных очках и с соблюдением требований техники безопасности.

7. Импортируйте загруженный файл (кнопка «Откр») в программное обеспечение DobotStudio.

8. Откорректируйте положение и масштаб изображения.
9. Нажмите кнопку «Синхр».
10. Нажмите кнопку «Старт» для выполнения гравировки.

Примечание.

Работу рекомендуется организовать таким образом, чтобы задействованное количество обучающихся соответствовало количеству манипуляторов и защитных очков.

Опишите смысл созданного вами фирменного знака.

Оцените качество выполненной работы.

Каким образом настройки лазерной гравировки влияют на качество исполнения и какие параметры пришлось менять в ходе выполнения задания?

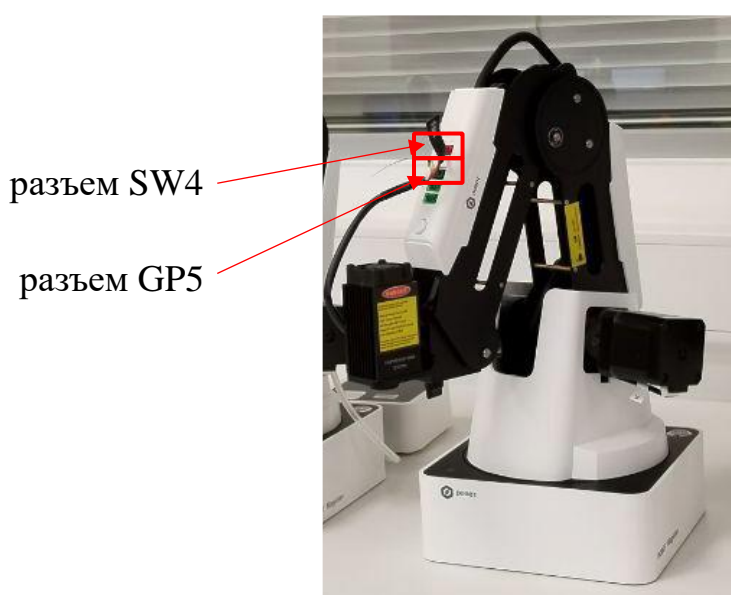
Контрольные вопросы

1. Опишите принцип действия лазерного гравера.
2. В чем особенности и преимущества лазерной гравировки?
3. Каким образом происходит создание графического образа с помощью лазерного гравера?
4. В чем отличия растровой гравировки от векторной?
5. Какие параметры настройки лазерного луча необходимо изменить, чтобы вместо лазерной гравировки получилась лазерная резка?
6. На каком материале может гравировать Dobot Magician?

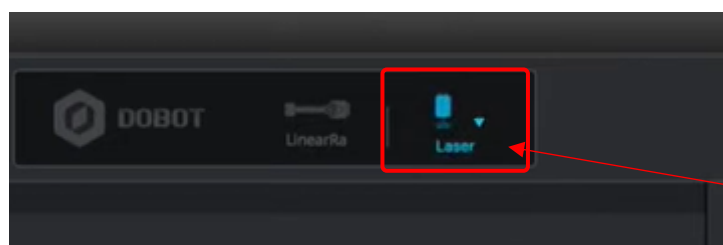
Инструкция по установке модуля лазерной гравировки

Важно! При подключении лазерного гравера манипулятор Dobot Magician должен быть отключен от сети.

1. Установите лазерный гравер на манипуляторе, используя винт-бабочку на площадке для крепления рабочего инструмента.
2. Подключите провод питания SW4 и провод управления GP5 в соответствующие разъемы SW4 и GP5 на стреле манипулятора.



3. Включите ПК, запустите ПО DobotStudio и выполните подключение манипулятора к компьютеру.
4. Смените тип рабочего инструмента: нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна, и выберите пункт «Лазер».



выбор рабочего инструмента

Инструкция по настройке фокуса рабочего инструмента

1. Перемещайте манипулятор по оси Z, используя панель управления, для определения оптимального положения рабочего инструмента. Поднимайте и опускайте высоту лазерного гравера до тех пор, пока лазер не станет самым ярким с наименьшим возможным размером пятна.

2. После получения подходящей фокусировки снимите флажок «Лазер» на странице панели управления, чтобы выключить лазер.

3. Если не получается настроить лазер на минимальную фокусировку, вероятнее всего, используется слишком длинное фокусное расстояние. Чтобы уменьшить фокусное расстояние, слегка поверните кольцо объектива в нижней части лазерного гравера. Важно! Регулировать кольцо объектива можно только при выключенном лазере!

4. Нажмите кнопку «Авто Z», расположенную над окном с рабочей зоной манипулятора. Значение высоты будет сохранено.

Цель: освоить управление роботом-манипулятором в режиме блочного программирования; научиться перемещать предметы при помощи вакуумного захвата в режиме блочного программирования

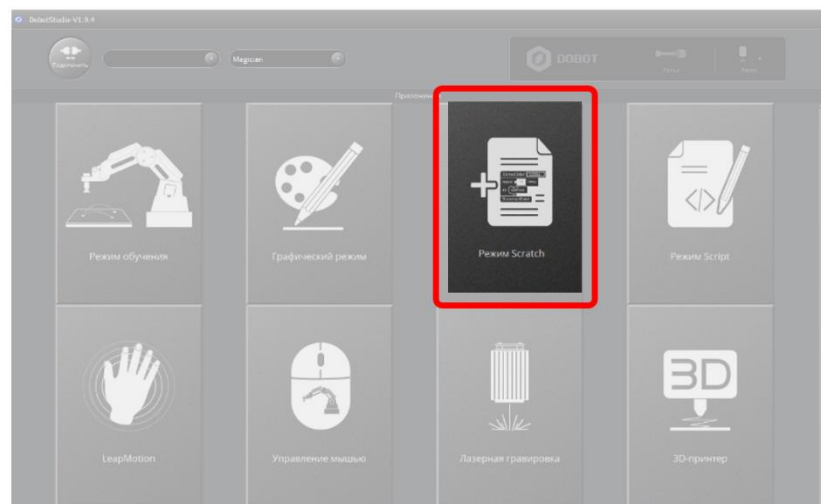
Планируемые результаты:

- умеет управлять манипулятором в режиме блочного программирования
- умеет составлять управляющую программу для выполнения последовательности действий в режиме блочного программирования в ПО DobotStudio
- знает интерфейс и возможности режима блочного программирования
- знает принцип составления управляющей программы в режиме блочного программирования

Используемое оборудование и материалы:

робот-манипулятор Dobot Magician с установленным вакуумным захватом и воздушной помпой, компьютер с установленной программой DobotStudio, учебно-методическое пособие «Dobot Magician. Образовательная инженерная платформа», кубики

Фотографии оборудования:



Краткий теоретический материал

Dobot Blockly – это среда блочного графического программирования, разработанная специально для манипулятора Dobot Magician и встроенная в ПО DobotStudio. Интерфейс графической среды программирования состоит из четырех основных полей (рис. 1).

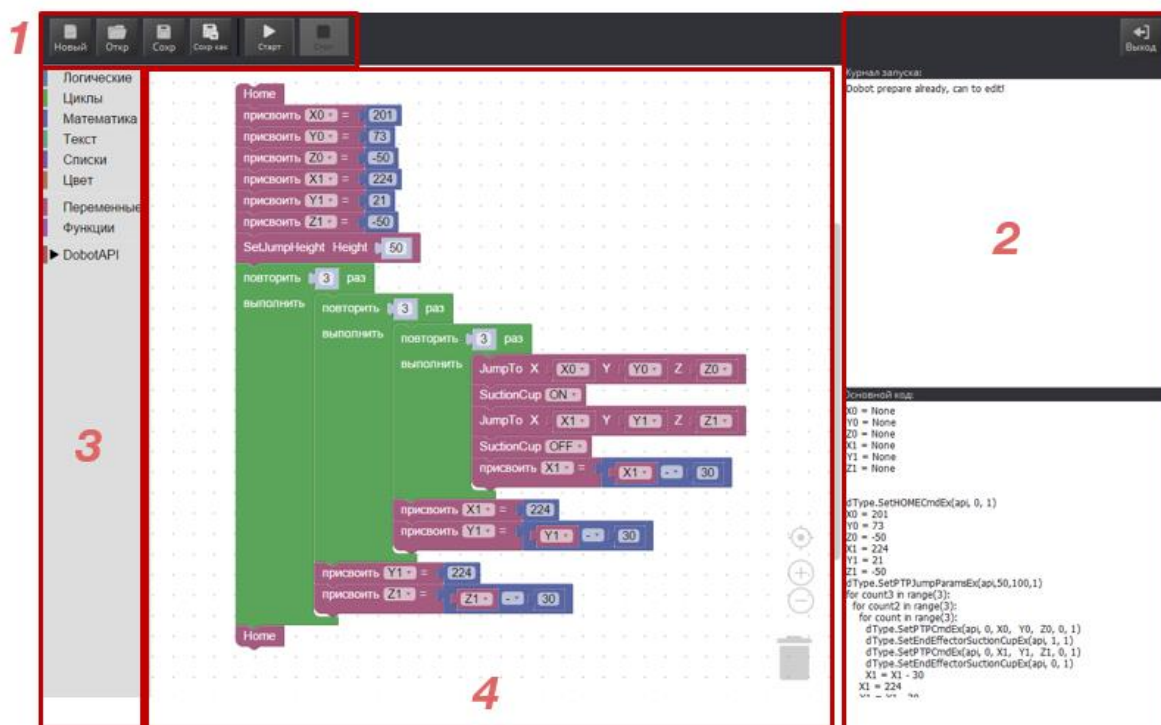


Рис. 1. Интерфейс графической среды программирования ПО DobotStudio

Поле 1 – управление проектом (создать, открыть, сохранить, старт, стоп).

Поле 2 отображает всю текущую информацию о положении и командах манипулятора. В верхней части блока «Журнал запуска» производится запись всех ошибок, возникающих в процессе работы манипулятора, а также отображение текста, вывод которого будет задан в программе. В нижней части «Основной код» отображается код программы на языке программирования Python.

Поле 3 отображает типы функциональных блоков и сами блоки в раскрывающемся меню. Для удобства каждый тип имеет свой цвет.

Поле 4 – это главное окно разработки программы, в котором отображаются все применяемые в программе блоки и выполняется их редактирование. На рисунке 1 показан пример управляющей программы с различными видами функциональных блоков (переменные, математика, циклы).

Графическое программирование – это программирование путем манипулирования графическими блоками, исключая написание команд при помощи текста. Для получения части программы необходимо соединить несколько

блоков между собой с соблюдением логики. Для этого каждый блок имеет определенную форму и цвет. Изучив стандартные приемы программирования можно написать более сложные программы, состоящие из множества более мелких подпрограмм.

Рассмотрим функционал мыши в режиме блочного программирования. Для изменения масштаба окна следует прокрутить колесико мыши. Для того чтобы использовать один из блоков в программе, следует нажать на него левой кнопкой мыши – и он появится в поле программы. Если на блок нажать левой кнопкой и удерживать ее, блок можно переместить в любую точку рабочего поля. Нажатие на правую кнопку мыши позволяет вызвать дополнительные функции (рис. 2).



Рис. 2. Функционал мыши в режиме блочного программирования

Программирование производится путем переноса и последовательного соединения блоков. Dobot Blockly содержит девять групп функциональных блоков («Логические», «Циклы», «Математика», «Текст», «Список», «Цвет», «Переменные», «Функции», «DobotAPI»).

Описание функциональных блоков «Dobot Blockly» представлено в [методическом пособии](#) (стр. 109-117). Функциональные блоки меню «DobotAPI» предназначены для управления манипулятором в режиме блочного программирования.

Порядок составления линейной программы в Blockly с различными типами перемещений манипулятора показан в [методическом пособии](#) (стр. 81-82).

Техника безопасности при работе с Dobot Magician

- К оборудованию следует относиться бережно.
- Начинать работу с Dobot Magician можно только с разрешения преподавателя.
- Перед началом работы необходимо убедиться в целостности элементов Dobot Magician.
- Нельзя пользоваться неисправным оборудованием.
- При признаках неисправной работы: искры, дым, шум и т. д. – необходимо незамедлительно прекратить работу и сообщить об этом преподавателю.
- Нельзя пытаться исправить неполадки в оборудовании самостоятельно.
- Перед началом работы Dobot Magician должен быть установлен в устойчивое положение далеко от края стола, чтобы исключить случайное падение.
- Подавать питание на манипулятор можно только после того, как он установлен в рабочее положение.
- Если требуется произвести смену рабочего инструмента, необходимо выполнить отключение питания.
- В ходе работы необходимо контролировать положение питающего кабеля, соединительных проводов и воздушной трубки, чтобы не нанести им повреждения.
- Если возникла необходимость переместить манипулятор, делать это можно только после отключения его от питания.
- Нельзя засовывать пальцы в подвижные соединения.
- Не допускать попадания волос, одежды в подвижные соединения.
- По завершении работы манипулятор должен быть отключен от питания.

Практическая работа

Предварительная подготовка.

Включите ПК, запустите ПО DobotStudio и выполните подключение манипулятора к компьютеру.

Проверьте корректность работы вакуумного захвата и воздушной помпы.

Задание

В логистический центр одного из предприятий города поступила партия деталей для дальнейшего распределения по цехам и отделам. С целью оптимизации производства необходимо организовать автоматизированное перемещение деталей из зоны хранения А для дальнейшей отправки в обрабатывающий центр Б (рис. 3).

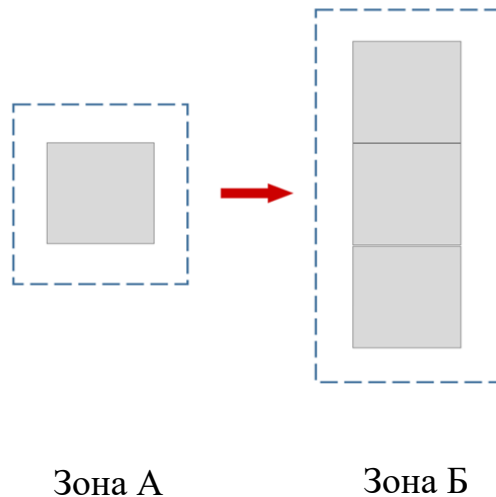


Рис. 3. Схема перемещения кубиков

1. Напишите программу для перемещения объектов, используя блочную среду программирования.
2. Выполните тестирование работы программы. При необходимости выполните отладку программы.
3. Сделайте выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Опишите интерфейс графической среды программирования ПО DobotStudio.
2. В чем состоит принцип управления манипулятором в режиме блочного программирования?
3. С какой целью рекомендуется в начале программы использовать блок «Home»?
4. Опишите один из функциональных блоков «Dobot Blockly». Предложите использование данного блока в программе.
5. Какие блоки кроме данных в «Журнале запуска позволяют получить информацию о выполнении текущих действий»?
6. Для чего предназначены функциональные блоки меню «DobotAPI»?
7. От чего зависит применение того или иного типа движения в режиме блочного программирования?
8. Предложите производственный процесс, в котором возможно использование подобных способов автоматизации.

**Пример линейной программы
перемещения кубика в среде блочного программирования**



```
ChooseEndTools SuctionCup
JumpTo X 270 Y 36 Z 40
SuctionCup ON
Delaytime 0.5 s
JumpTo X 194 Y 201 Z -45
SetJumpHeight Height 50
SuctionCup OFF
```

Тема: Программирование рабочих движений робот-манипулятора Dobot Magician в режиме блочного программирования.

Цель: освоить программирование робота-манипулятора Dobot Magician в режиме Blockly для выполнения задач по перемещению кубиков

Планируемые результаты:

- знает особенности составления программ управления роботом-манипулятором
- умеет излагать мысли в чёткой логической последовательности
- использует переменные, циклы и счётчики циклов при создании программ
- умеет использовать приложение DobotStudio для работы с роботом-манипулятором Dobot Magician

Используемое оборудование и материалы:

робот-манипулятор Dobot Magician, вакуумный захват, вакуумная помпа, кубики, учебно-методическое пособие «Dobot Magician. Образовательная инженерная платформа»

Фотографии оборудования:



Краткий теоретический материал

Dobot Magician — это многофункциональная четырёх осевая роботизированная платформа, предназначенная для практического обучения (рис. 1).



Рис. 1. Манипулятор Dobot Magician

В ходе практической работы мы будем использовать вакуумный захват для манипуляций с различными объектами. Порядок установки вакуумного захвата показан в [методическом пособии](#) (стр. 5-7).

Вам уже знакомы алгоритмы и логические операции. Практическое задание мы будем выполнять в графической среде программирования «Dobot Blockly».

Графическое или визуальное программирование – это программирование путем манипулирования графическими блоками, исключая написание команд при помощи текста. Основные элементы интерфейса программы рассмотрены (стр. 51-52) [методического пособия](#). Описание функциональных блоков «Dobot Blockly» представлено в [методическом пособии](#) (стр. 109-117).

Основные понятия:

Переменная — это именованная область памяти, в которой хранятся данные.

Итерация — это единичное выполнение цикла.

Счетчик цикла — это переменная, хранящая текущий номер итерации.

Тело цикла — это последовательность инструкций, предназначенная для многократного исполнения.

Условие выхода (условие окончания цикла) — это выражение, определяющее, будет в очередной раз выполняться итерация или цикл завершится.

Цикл — это многократно исполняемая последовательность действий.

Вложенный (внутренний) цикл — это цикл, находящийся внутри тела другого цикла.

Внешний (наружный) цикл — это цикл, внутри которого располагаются другие циклы.

Техника безопасности при работе с Dobot Magician

- К оборудованию следует относиться бережно.
- Начинать работу с Dobot Magician можно только с разрешения преподавателя.
- Перед началом работы необходимо убедиться в целостности элементов Dobot Magician.
- Нельзя пользоваться неисправным оборудованием.
- При признаках неисправной работы: искры, дым, шум и т. д. — необходимо незамедлительно прекратить работу и сообщить об этом преподавателю.
- Нельзя пытаться исправить неполадки в оборудовании самостоятельно.
- Перед началом работы Dobot Magician должен быть установлен в устойчивое положение далеко от края стола, чтобы исключить случайное падение.
- Подавать питание на манипулятор можно только после того, как он установлен в рабочее положение.
- Если требуется произвести смену рабочего инструмента, необходимо выполнить отключение питания.
- В ходе работы необходимо контролировать положение питающего кабеля, соединительных проводов и воздушной трубки, чтобы не нанести им повреждения.
- Если возникла необходимость переместить манипулятор, делать это можно только после отключения его от питания.
- Нельзя засовывать пальцы в подвижные соединения.
- Не допускать попадания волос, одежды в подвижные соединения.
- По завершении работы манипулятор должен быть отключен от питания.

Практическая работа

Задание

В зоне А вплотную друг к другу располагаются девять кубиков (3x3), необходимо переместить их на три клетки зоны Б таким образом, чтобы построить три башни (рис. 2). Напишите программу, протестируйте её работу и сохраните на компьютере.

Примечание.

- 1. В начале и в конце программы манипулятор должен находиться в стартовой позиции.*
- 2. Кубики из зоны А можно забирать в любом порядке.*

3. Башни в зоне Б нужно возводить последовательно одна за другой. Начинать можно с любой клетки.

Данное задание может выполняться в парах

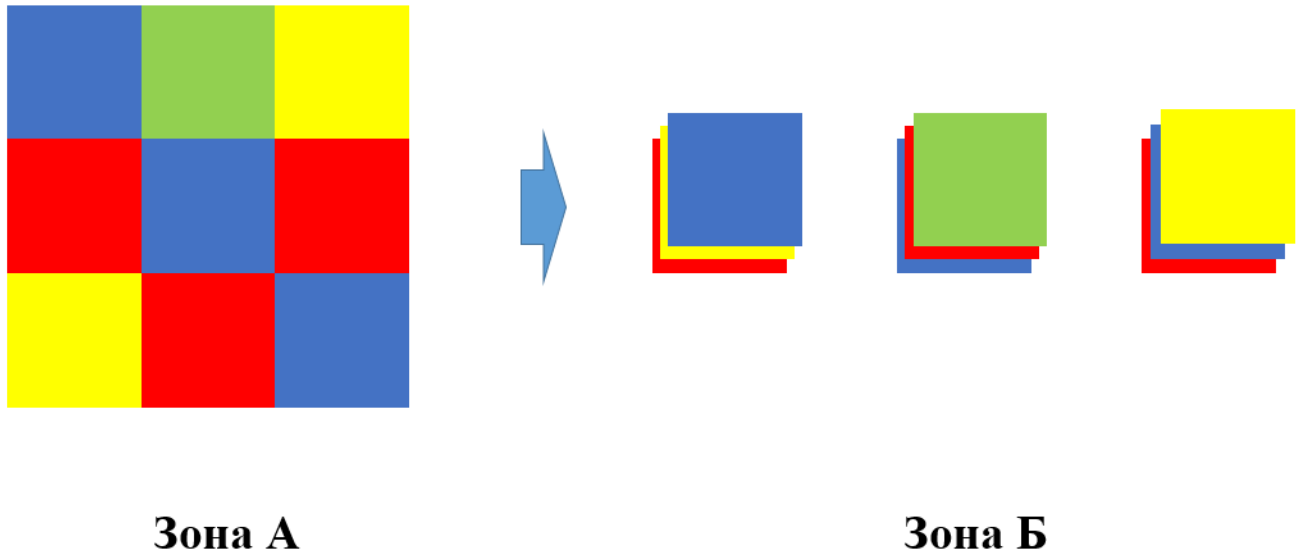


Рис. 2. Схема перемещения кубиков

Алгоритм выполнения работы

10. Установите на манипулятор воздушную помпу и вакуумный захват. Этапы установки и подключения элементов показаны в п. 4 (стр. 5 – 7) [методического пособия](#).
11. Включите питание робота-манипулятора.
12. Напишите программу, протестируйте её работу и сохраните на компьютере.
13. Оцените качество выполненной работы.

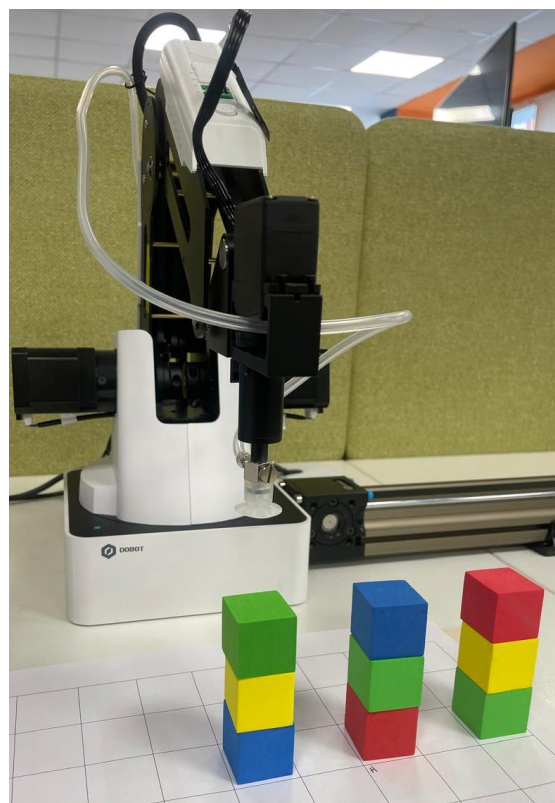
Контрольные вопросы

17. Объясните принцип работы циклов в программировании и приведите пример использования.
18. Что такое переменные в программировании и как они используются для хранения данных?
19. Что такое переменные в программировании и как они используются для хранения данных?
20. Как определить количество итераций в блочном программировании?
21. Как помпа взаимодействует с вакуумным захватом?

Пример готовой программы

```

Home
присвоить X0 = 244
присвоить Y0 = -110
присвоить Z0 = -48
присвоить X1 = 241
присвоить Y1 = 129
присвоить Z1 = -48
повторить 3 раз
  выполнить
    повторить 3 раз
      выполнить
        JumpTo X X0 Y Y0 Z Z0
        SuctionCup ON
        JumpTo X X1 Y Y1 Z Z1
        SuctionCup OFF
        присвоить Y0 = Y0 + 25
        присвоить Z1 = Z1 + 25
      выполнить
        присвоить Z1 = -48
        присвоить X0 = X0 - 25
        присвоить Y0 = -110
        присвоить Y1 = Y1 - 60
    выполнить
      JumpTo X 221 Y -2 Z 50
  
```



Цель: разработать эффективное решение для визуального отображения состояния и функционирования манипулятора для обеспечения безопасности и удобства работы оператора

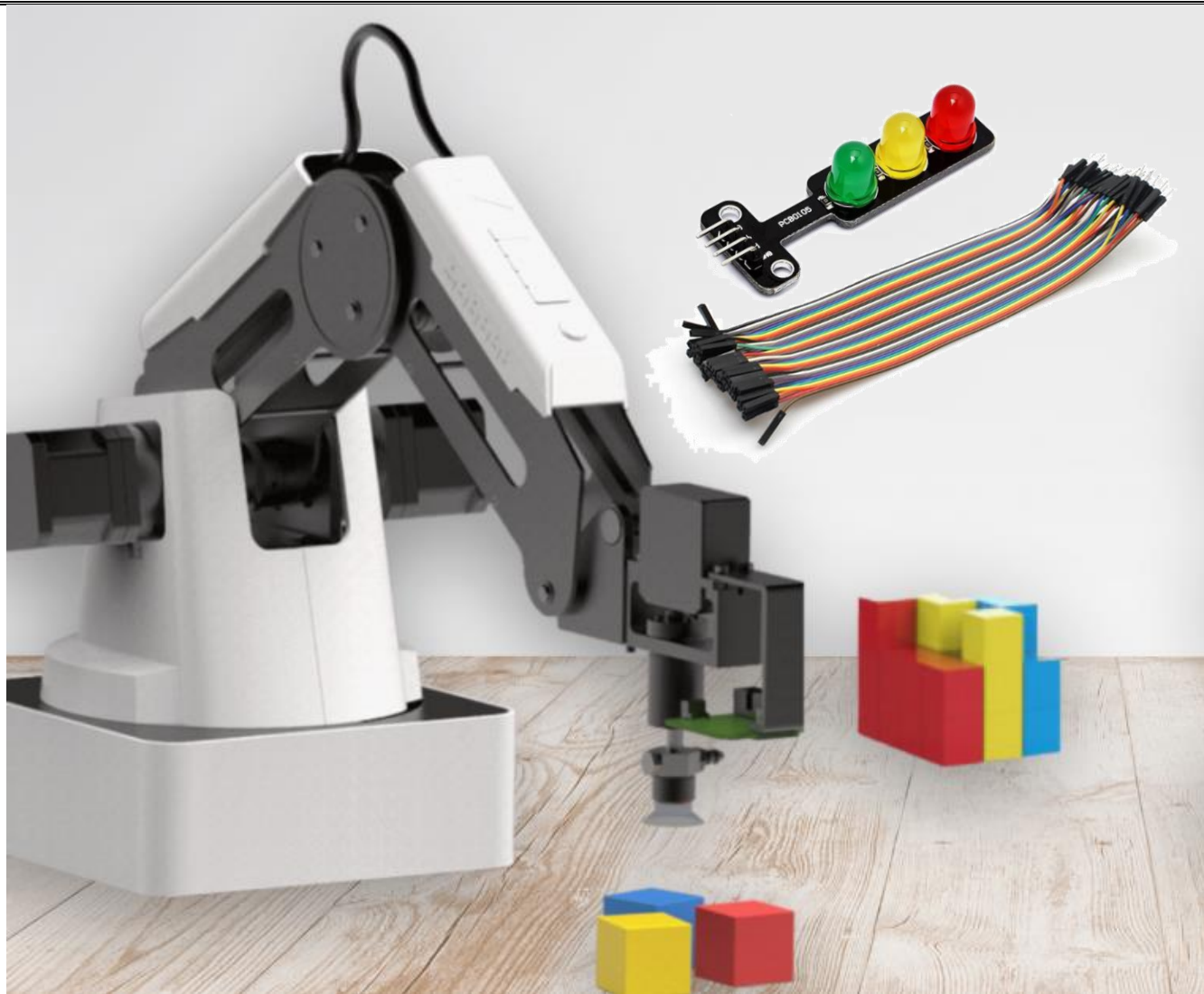
Планируемые результаты:

- знает особенности составления программ управления роботом-манипулятором
- использует переменные, циклы и счётчики циклов при создании программ
- знает основы электротехники, внешние интерфейсы расширения робота-манипулятора и умеет подключать к ним внешние устройства

Используемое оборудование и материалы:

робот-манипулятор Dobot Magician, вакуумный захват, вакуумная помпа, кубики, светодиоды – 3 шт. (трёх цветов), макетная плата, провода одноконтатные соединительные с входами на обоих концах – 4 шт. (тип «мама – папа»), учебно-методическое пособие «Dobot Magician. Образовательная инженерная платформа»

Фотографии оборудования:



Краткий теоретический материал

Робот-манипулятор Dobot Magician имеет собственный обширный функционал, но благодаря многообразию портов расширения функционал увеличивается в несколько раз. Подключив внешние датчики возможно организовать взаимодействие с внешней средой, а подключив внешние устройства, такие как моторы и светодиоды, возможно сформировать автоматизированные системы (рис. 1).

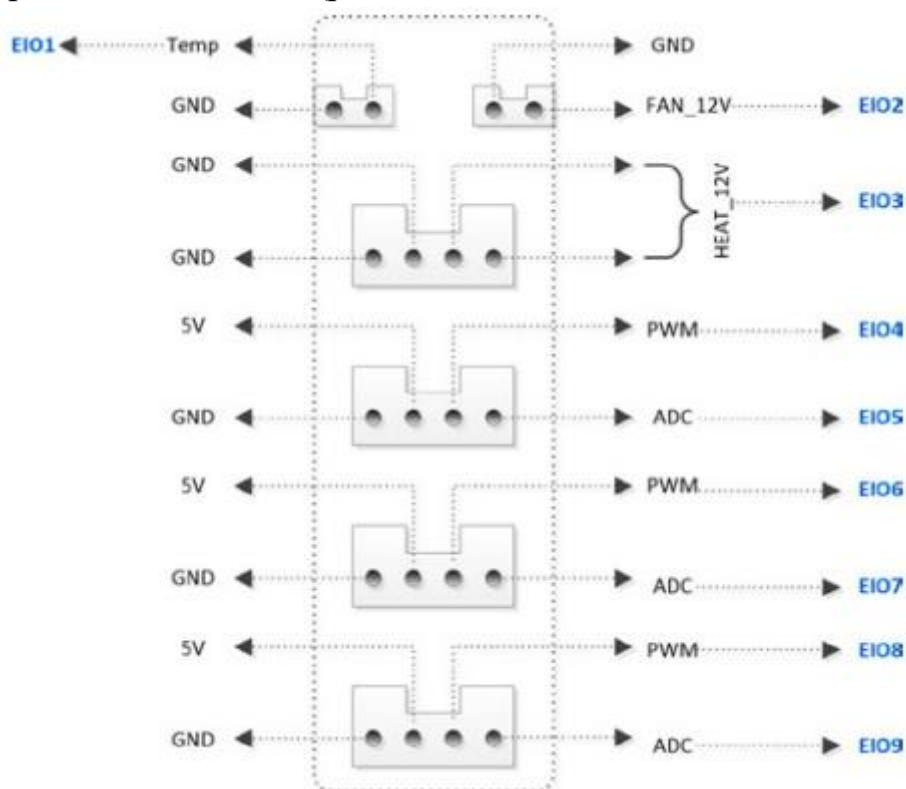


Рис. 1. Порты Dobot Magician

Основные понятия:

Аналоговый сигнал – сигнал, величина которого непрерывно изменяется во времени, то есть описывается временной функцией. Свое название он получил из-за того, что график изменения сигнала аналогичен графикам физических процессов и имеет вид волн.

Цифровой сигнал – сигнал, который представлен в виде последовательности цифровых значений, например, двоичный код.

Преимущество цифрового сигнала – его защищенность и помехоустойчивость. Его практически невозможно перехватить или заглушить, сигнал либо есть, либо его нет вовсе.

Аналоговый сигнал довольно просто заглушить при помощи наводки помех. Но при этом его гораздо легче передать, а передаваемое количество значений за единицу времени, превосходит цифровой сигнал в несколько раз.

Посредством внешних портов расширения (ЕІО – Extended ІО) к роботу-манипулятору возможно подключение различных внешних устройств и электронных компонентов, например: резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, диоды, электроакустические устройства, лазерные устройства, внешние дисплеи, датчики, переключатели и другие. Для подключения некоторых из них достаточно лишь двух контактов – «плюс» и «минус». Примером такого устройства является светодиод. Включение и выключение светодиода возможно регулировать при помощи программируемого выхода.

Внимательно осмотрите светодиоды. Они имеют два контакта: «+» (длинная ножка) и «-» (короткая ножка) (рис. 2). Поскольку светодиоды имеют одностороннюю проводимость, очень важно выполнить верное подключение контактов к роботу-манипулятору. Для подключения используются одноконтатные провода со входами на обоих концах и макетную плату.



Рис. 2. Светодиоды

Световая индикация при перемещении грузов играет важную роль, так как она позволяет оператору быстро и точно определить состояние робота-манипулятора и его готовность к работе. Благодаря подключению различных внешних устройств и компонентов через порты расширения, робот может выполнять разнообразные задачи, такие как обработка и упаковка товаров, сборка изделий и другие.

Световая индикация помогает контролировать работу робота, предупреждая о возможных проблемах или ошибках. Например, если светодиод горит зелёным цветом, это означает, что робот готов к выполнению задачи, а красный свет сигнализирует о наличии ошибки или неисправности.

Таким образом, световая индикация обеспечивает безопасность и эффективность работы робота-манипулятора, позволяя оператору быстро реагировать на изменения ситуации и принимать необходимые меры для устранения проблем.

В ходе практической работы мы будем использовать вакуумный захват для манипуляций с объектами и набор электронных компонентов. Порядок установки вакуумного захвата показан в [методическом пособии](#) (стр. 5-7).

Практическое задание мы будем выполнять в графической среде программирования «Dobot Blockly». Основные элементы интерфейса программы рассмотрены (стр. 51-52) [методического пособия](#). Описание функциональных блоков «Dobot Blockly» представлено в [методическом пособии](#) (стр. 109-117).

Техника безопасности при работе с Dobot Magician

- К оборудованию следует относиться бережно.
- Начинать работу с Dobot Magician можно только с разрешения преподавателя.
- Перед началом работы необходимо убедиться в целостности элементов Dobot Magician.
- Нельзя пользоваться неисправным оборудованием.
- При признаках неисправной работы: искры, дым, шум и т. д. – необходимо незамедлительно прекратить работу и сообщить об этом преподавателю.
- Нельзя пытаться исправить неполадки в оборудовании самостоятельно.
- Перед началом работы Dobot Magician должен быть установлен в устойчивое положение далеко от края стола, чтобы исключить случайное падение.
- Подавать питание на манипулятор можно только после того, как он установлен в рабочее положение.
- Если требуется произвести смену рабочего инструмента, необходимо выполнить отключение питания.
- В ходе работы необходимо контролировать положение питающего кабеля, соединительных проводов и воздушной трубки, чтобы не нанести им повреждения.
- Если возникла необходимость переместить манипулятор, делать это можно только после отключения его от питания.
- Нельзя засовывать пальцы в подвижные соединения.
- Не допускать попадания волос, одежды в подвижные соединения.
- По завершении работы манипулятор должен быть отключен от питания.

Практическая работа

Задание

Необходимо выложить кубики перед манипулятором в зоне «Б». Кубики должны быть аккуратно размещены таким образом, чтобы образовать куб с тремя рядами, тремя столбцами и тремя слоями. Обратите внимание на правильное расположение каждого кубика, чтобы достичь желаемой формы и обеспечить

стабильность конструкции (рис. 3). При переходе манипулятора к формированию каждого следующего ряда должен загораться светодиод соответствующего цвета. По завершении работы все светодиоды должны загореться на 5 секунд, после чего погаснуть. Напишите программу, протестируйте её работу и сохраните на компьютере.

1. Количество используемых кубиков — 27. Цвет кубиков не имеет значения.
2. Манипулятор начинает перемещение первого кубика из стартового положения и возвращается в него в конце программы.
3. Кубики подаются манипулятору по одному в зону «А».
4. При формировании каждого слоя должен загораться светодиод. Цвет светодиода не имеет значения.

Примечание.

1. В начале и в конце программы манипулятор должен находиться в стартовой позиции.

Данное задание может выполняться в парах

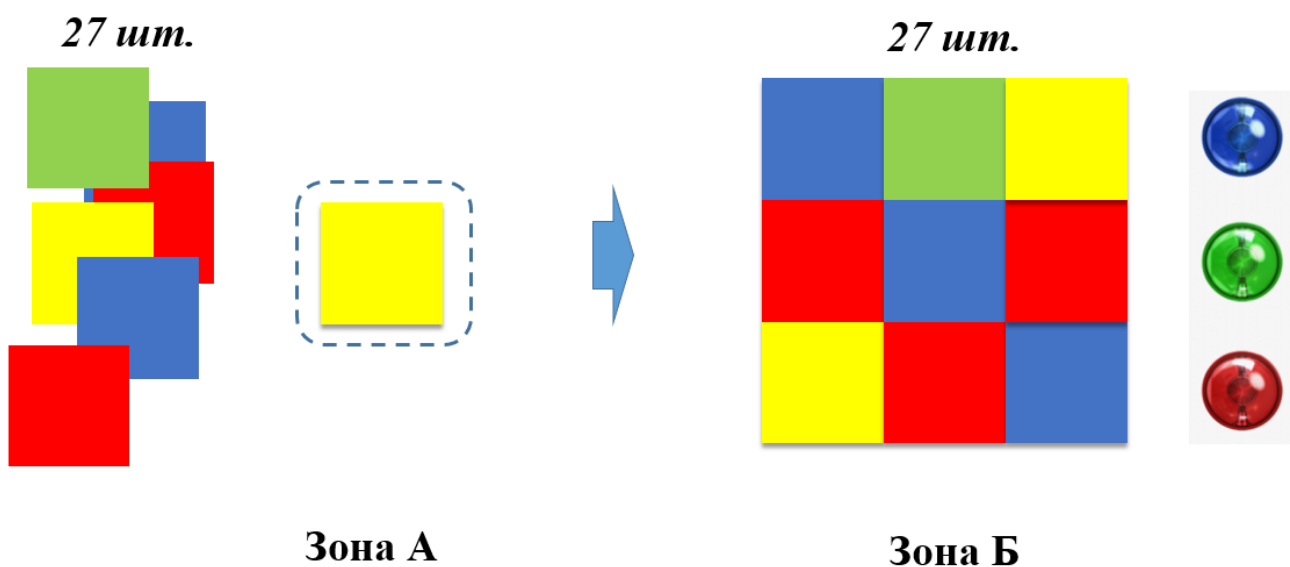


Рис. 3. Схема перемещения кубиков

Алгоритм выполнения работы

14. Установите на манипулятор воздушную помпу и вакуумный захват. Этапы установки и подключения элементов показаны в п. 4 (стр. 5 – 7) [методического пособия](#).

15. Подключите светодиоды. Для подключения светодиодов к роботу-манипулятору используются интерфейсы GP4, расположенные на стреле и корпусе

манипулятора. Напряжение на контактах составляет 3,3 В, что исключает необходимость использования резисторов. Сначала первый светодиод подключается к разъёмам GND и PWM 3,3 В (EIO 6), затем аналогично второй светодиод к (EIO 6) и, наконец, третий светодиод к (EIO 14), расположенному на корпусе манипулятора (рис. 4).

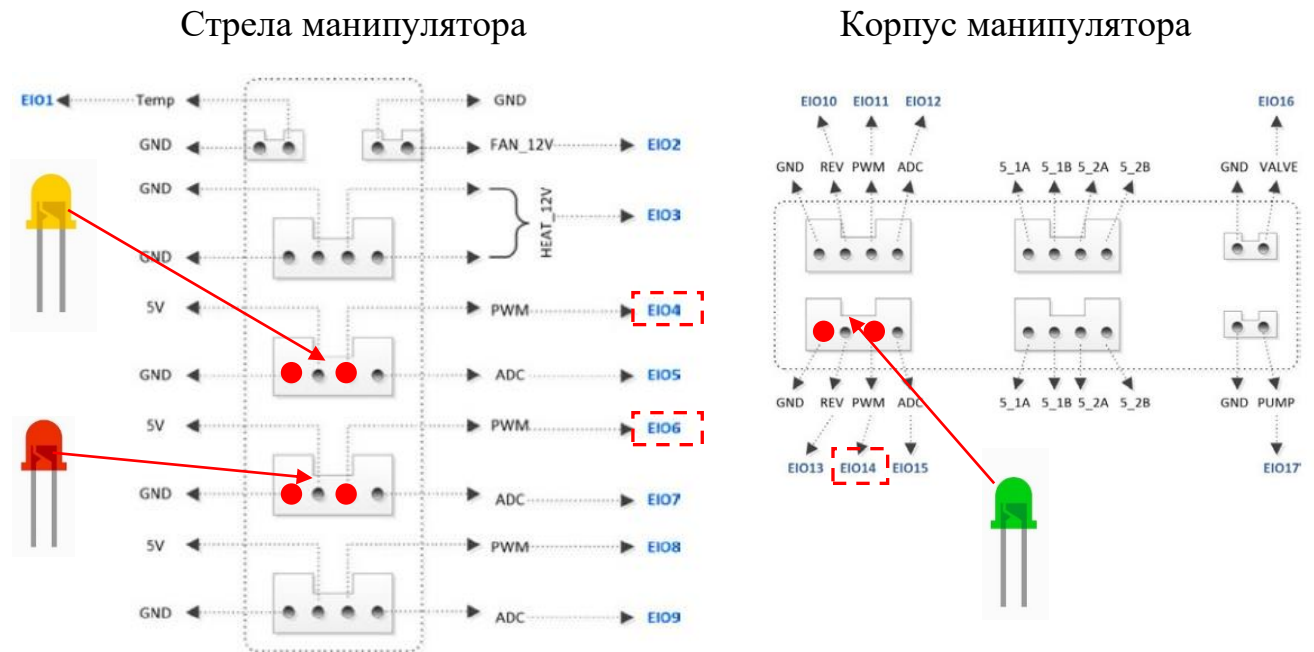


Рис. 4. Схема подключения светодиодов

16. Включите питание робота-манипулятора.
17. Напишите программу, протестируйте её работу и сохраните на компьютере.
18. Оцените качество выполненной работы.

Контрольные вопросы

1. Какие переменные необходимо задать для определения положения кубика и манипулятора?
2. Нужно ли делать паузу во время захвата кубика и если да, то как её запрограммировать?
3. Сколько циклов будет содержать программа и нужно ли задавать условие выхода из цикла?
4. Какой тип движения рациональнее использовать для перемещения кубика: линейный или П-образный?
5. Как можно использовать светодиоды в робототехнике для создания интерактивных и визуально привлекательных проектов?

Пример готовой программы

```

Home
SetIOMultiplexing Type Output3.3V - EIO EIO06 -
SetIOMultiplexing Type Output3.3V - EIO EIO04 -
SetIOMultiplexing Type Output3.3V - EIO EIO14 -
SetLevelOutput EIO EIO04 - Value 1 -
SetLevelOutput EIO EIO06 - Value 0 -
SetLevelOutput EIO EIO14 - Value 0 -
DelayTime 2 s
присвоить X1 = 272
присвоить Y1 = 101
присвоить Z1 = -47
повторить 3 раз
выполнить
    повторить 3 раз
        выполнить
            повторить 3 раз
                выполнить
                    JumpTo X 246 Y -85 Z -48
                    SuctionCup ON -
                    JumpTo X X1- Y Y1- Z Z1-
                    SuctionCup OFF -
                    присвоить Y1 = Y1- + 25
                присвоить Y1 = 101
                присвоить X1 = X1- + 25
            присвоить X1 = 272
            присвоить Y1 = 101
            присвоить Z1 = Z1- + 25
            SetLevelOutput EIO EIO06 - Value 1 -
        SetLevelOutput EIO EIO14 - Value 1 -
    DelayTime 5 s
    SetLevelOutput EIO EIO06 - Value 0 -
    SetLevelOutput EIO EIO14 - Value 0 -
    SetLevelOutput EIO EIO04 - Value 0 -
    JumpTo X 221 Y -2 Z 50
    
```

