

# DOBOT MAGICIAN®

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ПЛАТФОРМА

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ МАНИПУЛЯТОРА В СРЕДЕ GOOGLE BLOCKLY

О. А. Горнов



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Знакомство с манипулятором Dobot Magician .....	4
2. Дистанционное управление Dobot Magician. Механический захват .....	11
3. Дистанционное управление Dobot Magician. Вакуумный захват .....	22
4. Дистанционное управление Dobot Magician. Конвейер Dobot.....	27
5. Программное обеспечение DobotStudio. Панель управления Dobot Magician.....	33
6. Программное обеспечение DobotStudio. Режим управления мышью.....	45
7. Программное обеспечение DobotStudio. Графический режим.....	49
8. Программное обеспечение DobotStudio. Лазерная гравировка.....	54
9. Геометрические развертки. Лазерная резка в ПО DobotStudio .....	59
10. Перемещение Dobot Magician по рельсу .....	64
11. Простейшее программирование в ПО DobotStudio. Режим обучения.....	70
12. Программирование в режиме Blockly. Типы движений .....	77
13. Программирование в режиме Blockly. Переменные .....	86
14. Программирование в режиме Blockly. Циклы.....	94
15. Программирование в режиме Blockly. Вложенные циклы.....	100
16. Программирование в режиме Blockly. Ветвления.....	106
17. Программирование в режиме Blockly. Вложенные ветвления.....	112
18. Программирование в режиме Blockly. Булева логика.....	119
19. Программирование в режиме Blockly. Функции .....	126
20. Программирование в режиме Blockly. Датчики .....	137

# 1. ЗНАКОМСТВО С МАНИПУЛЯТОРОМ DOBOT MAGICIAN

[Зачем нужен Dobot Magician? Состав и устройство манипулятора. Техника безопасности при работе с Dobot Magician. Практическое задание. Понятия и термины]

## Зачем нужен манипулятор Dobot Magician?

Прежде чем приступить к знакомству с манипулятором Dobot Magician, задайте учащимся ряд вопросов. Это позволит заинтересовать ребят, вовлечь их в конструктивный диалог и выяснить, насколько им близка и понятна тема.

- Что такое манипулятор?
- Что он умеет делать и как его можно использовать?
- Где можно встретить манипулятор и как он используется в реальной жизни?

Неважно, насколько точное определение смогут дать учащиеся или насколько полно они представляют себе функции манипулятора. Главное — чтобы они поняли, насколько велики его потенциальные возможности и насколько увлекательно будет их осваивать.

Манипулятор Dobot Magician призван моделировать реальные промышленные объекты конвейерное производство, перемещение объектов, 3D-печать, лазерную гравировку и т. д. При этом он мобилен за счет небольшого размера, понятен и прост в управлении.

## Какие возможности Dobot открывает для учебного процесса?

Прежде всего, с его помощью учащиеся научатся управлять объектами тремя разными способами. Во-первых, они освоят дистанционное управление манипулятором при помощи пульта дистанционного управления. Во-вторых, научатся программировать манипулятор так, чтобы он выполнял действия по заданному алгоритму. В-третьих, смогут программировать действия манипулятора на основе обратной связи, то есть настраивать автономную работу Dobot с помощью датчиков.

## Состав и устройство манипулятора

Продемонстрируйте учащимся манипулятор Dobot Magician и расскажите, из каких частей он состоит (снизу вверх) и какие устройства необходимы, чтобы расширить его возможности.

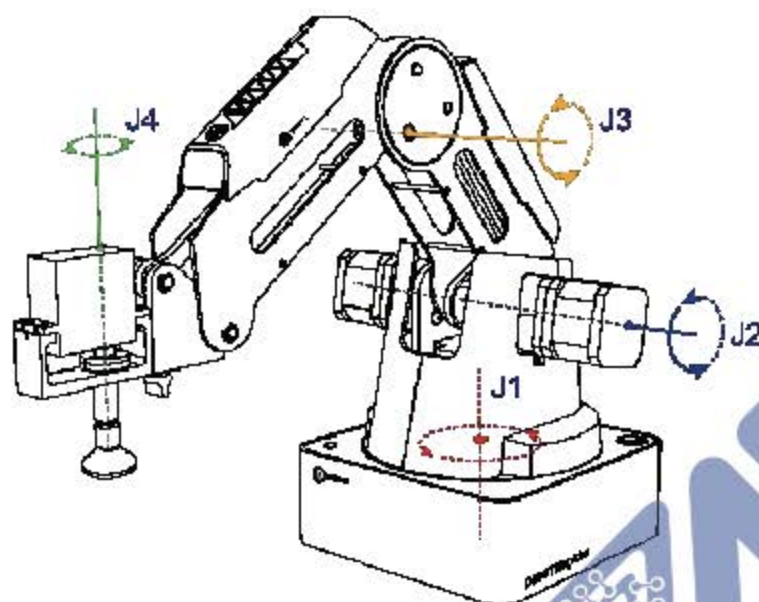


Рис. 1.1

Опорная конструкция (или основание) снизу снабжена противоскользящими накладками, чтобы Dobot надежно фиксировался на поверхности и не скользил во время работы. При этом основание достаточно массивное, чтобы Dobot обладал устойчивостью, даже если необходимо добраться до далеко отстоящих объектов. На верхней части основания располагаются кнопка включения и индикатор состояния. Красный цвет индикатора означает, что манипулятор не включился или рабочий инструмент находится вне рабочей зоны, зеленый — манипулятор готов к работе. На боковой поверхности размещены разъемы для подключения питания (Power), кабеля для программирования (USB), пульта дистанционного управления (Communication Interface), сторонних устройств и датчиков (Peripheral Interface), кнопки Key (выполнить загруженную программу) и Reset (перезагрузить).

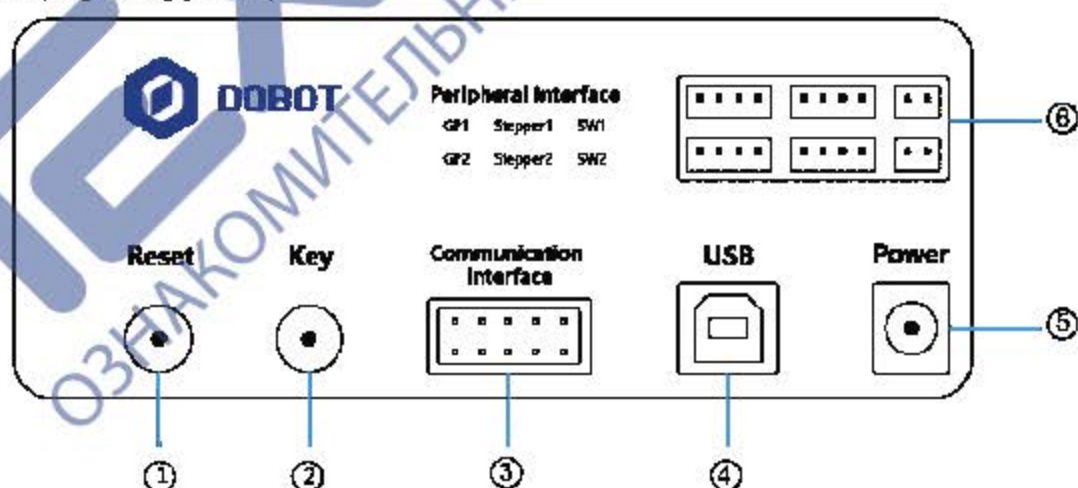


Рис. 1.2

На основании находится сам манипулятор, состоящий из колонны, плеча, стрелы, площадки для рабочего инструмента, рабочего инструмента и сервопривода.

## Как элементы манипулятора соединены между собой?

Основание с колонной соединяется при помощи вала, двигателя и подшипника. Плечо к колонне крепится также посредством вала, подшипника и двигателя. Стрела и плечо соединены рычагом первого рода. Для того чтобы рабочий инструмент всегда находился под одним и тем же углом к плоскости горизонта, используются рычаги, которые соединены между собой в виде параллелограмма. Один параллелограмм крепится к площадке рабочего инструмента и находится внутри стрелы, второй размещен внутри плеча. Вторым параллелограмм (внутри плеча) заставляет первый (внутри стрелы) двигаться, то есть при любом движении стрелы и площадки рабочего инструмента стороны рычагов всегда параллельны друг другу. Рабочий инструмент вставляется в специальное отверстие в площадке и фиксируется винтом-бабочкой. Сервопривод крепится к рабочему инструменту при помощи болтов, к манипулятору — проводом GP3.

Рабочий инструмент манипулятора Dobot Magician имеет несколько модификаций: вакуумный захват (присасывает предметы с относительно гладкой поверхностью), механический захват (захватывает предметы с рельефной поверхностью), захват для пишущего инструмента (позволяет писать и рисовать на ровной поверхности), экструдер (печатает 3D-элементы), лазерный гравер (гравировает или отрезает лазером).

## За счет чего происходит движение элементов манипулятора?

Внутри колонны и на ней крепится 3 шаговых двигателя, 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.

Для того чтобы провода не путались и не попадали под рабочий инструмент, разъемы для датчиков и исполнительных устройств, в том числе для сервопривода рабочего инструмента, находятся на стреле.

***Важно!** На стреле расположена кнопка разблокировки шаговых двигателей. Для чего она нужна? Когда манипулятор находится во включенном состоянии, попытка смены положения рабочего инструмента вручную с приложением усилий может привести к поломке двигателей. Чтобы этого избежать, необходимо нажимать кнопку.*

## Зачем нужны три шаговых двигателя?

Один двигатель дает возможность рабочему инструменту попасть на любую точку окружности, два двигателя — на любую точку сферы, три двигателя — на любую точку внутри шара. Таким образом, количество ша-

говых двигателей определяет рабочую зону манипулятора. Не обязательно всегда использовать сразу три двигателя. Например, если исходная точка (откуда взять объект) и конечная точка (куда его переложить) находятся на одной плоскости, будет достаточно одного двигателя.

Для того чтобы включить манипулятор, к нему необходимо присоединить **блок питания**. После этого подключить его к сети 220 V.

Для манипуляций с объектами используется **воздушная помпа**, которая откачивает воздух (в вакуумном захвате создает вакуум между присосом и объектом; в механическом захвате двигает поршень, который управляет элементами захвата). Воздушная помпа подключается к основанию манипулятора проводом питания SW1 и проводом управления GP1 (соответствующие разъемы SW1 и GP1 на основании робота-манипулятора). Она соединяется непосредственно с рабочим инструментом при помощи воздушной трубки (крепится к штуцеру на вакуумном захвате).

Для дистанционного управления манипулятором применяется **пульт дистанционного управления**. Пульт работает от аккумуляторов, которые заряжаются через micro USB.

Для связи пульта с манипулятором к основанию Dobot подключается **USB-контроллер (USB Host)**, который по протоколу Bluetooth принимает сигналы от пульта. USB Host имеет два индикатора: синий и зеленый. Если горит только синий индикатор, значит, пульт готовится к работе. Если включены сразу оба (синий + зеленый), Dobot готов принимать сигналы от пульта. Для соединения пульта с USB Host используется **USB Bluetooth-модуль**.

Рабочая зона манипулятора ограничена и не позволяет захватывать предметы, находящиеся на удалении. Для перемещения объектов применяется **конвейерная лента**. Основным элементом конвейерной ленты является непосредственно лента и мотор, управляющий ее движением. Подключение мотора к манипулятору осуществляется при помощи провода, который вставляется в разъем STEPPER 1 на обратной стороне основания манипулятора.

Для перемещения манипулятора в горизонтальной плоскости используется **рельс**. Для соединения устройств применяется специальная подставка, которая крепится болтами к основанию манипулятора с одной стороны и к рельсу — с другой. Движение манипулятора по рельсу обеспечивает шаговый двигатель, который соединяется с манипулятором шиной с проводами (разъем STEPPER 1). Чтобы привести двигатель в действие, рельс подключается к сети 220V.

## **Техника безопасности при работе с Dobot Magician**

Обсудите с учащимися, что такое техника безопасности, зачем она нужна и какие правила следует неукоснительно соблюдать при работе с Dobot Magician.

**Техника безопасности** — это набор требований к поведению человека и выполнению им своей рабочей (или иной) функции, направленных на предотвращение опасных ситуаций для жизни и здоровья как самого человека, так и его окружения. И правила эти при неких общих моментах во многом зависят от сферы деятельности и специфики выполняемой работы.

Поскольку Dobot Magician — сложное техническое устройство, техника безопасности при работе с ним включает в себя несколько разделов.

**Правила поведения рядом с Dobot Magician призваны сохранять рабочую обстановку и строить эффективное общение (взаимодействие). Учащимся следует:**

- ходить спокойно;
- спрашивать разрешение у преподавателя, если надо прийти/уйти, что-то взять;
- оставлять воду, еду и верхнюю одежду за пределами кабинета;
- разговаривать спокойно;
- в случае возникновения внештатной ситуации сохранять спокойствие и четко следовать указаниям преподавателя.

**Правила работы с электрическим инструментом нацелены на предотвращение потенциально опасных ситуаций и формирование культуры обращения с оборудованием:**

- 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 и рельс можно только после того, как они установлены 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, рельс или конвейер, делать это можно только после отключения их от питания;
- нельзя засовывать пальцы в подвижные соединения;
- не допускать попадания волос, одежды в подвижные соединения;
- при работе с лазерным гравером и фрезой необходимо применять специальные приспособления для защиты глаз, волос и лица;
- по завершении работы манипулятор должен быть отключен от питания.

#### **Техника безопасности при работе с компьютером:**

- перед началом занятия убедиться в исправности всех частей компьютера;
- не разбирать компьютер, не отсоединять мышку и клавиатуру;
- с техникой обращаться бережно: не стучать по монитору, не стучать мышкой о стол, не стучать по клавишам клавиатуры;
- при возникновении неполадок: появлении изменений в функционировании аппаратуры, самопроизвольного ее отключения — немедленно прекратить работу и сообщить об этом преподавателю;
- во время работы с компьютером не касаться труб, батарей;
- редактировать, удалять можно только свои наработки;
- следует контролировать расстояние до экрана и правильную осанку;
- следует работать на средней яркости экрана дисплея.

#### **Практическое задание**

Для того чтобы интерес учащихся не развеялся от обилия теоретической информации, мало просто показать возможности манипулятора. Лучшим решением будет дать учащимся самим попробовать управлять различными рабочими инструментами и в такой игровой манере прочувствовать потенциал Dobot Magician.

1. Настройте перед началом занятия несколько манипуляторов с тремя разными рабочими инструментами. Используйте вакуумный захват, механический захват и ручку.
2. После обсуждения всех необходимых аспектов дайте учащимся пульты дистанционного управления и предложите выполнить манипулятором различные задачи: переместить объекты из зоны А в зону Б, построить башню или пирамиду, разобрать конструкцию (башню, пирамиду, завал), написать приветствие или свое имя и т. д. Важно, чтобы каждый учащийся смог опробовать все три разновидности манипуляций.
3. Спросите, какими действиями манипулятора было управлять проще всего, какими — сложнее, какой рабочий инструмент вызвал наибольший интерес и почему. Узнайте, в чем заключалась основная сложность и как, по мнению ребят, можно ее преодолеть.



4. В конце урока раздайте учащимся схемы Dobot Magician и попросите подписать все элементы.
5. Предложите ребятам подумать, как можно функционально улучшить работу Dobot Magician (например, как расположить рельс и конвейер), и пофантазировать по поводу возможного применения манипулятора (какие задачи они бы хотели поручить Dobot Magician).
6. Обсудите предложенные варианты.

## Понятия и термины

**Аддитивные технологии** — это совокупность технологий, которые создают 3D-объект путем добавления материала способом «слой-на-слой».

**Вакуумный захват** — это разновидность грузовых приспособлений, работа которых основана на применении силы, образуемой разрежением (вакуумом). Основная рабочая часть захвата — вакуумный присос.

**Локомоция** — это совокупность согласованных (координированных) движений, с помощью которых осуществляется передвижение объекта в пространстве.

**Манипулятор** — это механизм, осуществляющий управляемые либо программируемые перемещения в пространстве орудий, объектов труда и конструктивных узлов и элементов.

**Манипуляция** — это совокупность сложных действий или приемов, совершаемых над объектом с целью его перемещения или изменения.

**Механический захват** — это устройства для безопасного подъема и перемещения объектов в горизонтальном или вертикальном пространственном положении.

**Подвижное соединение** — это соединение, допускающее свободное взаимное смещение соединяемых элементов без деформирования и нарушения целостности связей.

**Рабочая зона манипулятора** — это пространство, в котором может находиться рабочий инструмент во время функционирования манипулятора при всех возможных положениях его элементов.

**Шаговый двигатель** — это устройство, преобразующее электрическую энергию сети в механическую посредством дискретного (пошагового) вращения, каждый шаг представляет собой часть полного оборота.

**Экструдер** — это наконечник для 3D-принтера, размягчающий материал и придающий ему форму путем продавливания через профилирующий инструмент (т. н. экструзионную головку).

## 2. ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ DOBOT MAGICIAN. МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАХВАТ

[Дистанционное управление. Система координат и ее разновидности. Подключение механического захвата к Dobot Magician. Подключение пульта управления к Dobot Magician. Основы дистанционного управления механическим захватом. Практическое задание. Понятия и термины]

### Дистанционное управление

Прежде чем приступить к занятию, задайте учащимся ряд вопросов.

— *Что такое дистанционное управление и в каких ситуациях без него не обойтись?*

— *Попросите привести известные им примеры устройств с дистанционным управлением.*

— *Обсудите, всегда ли в озвученных случаях необходимо использование пульта дистанционного управления и чем его можно было бы заменить.*

— *Предложите представить ситуацию, в которой к управляемому объекту физически невозможно приблизиться (например, если он движется, находится на значительном расстоянии или в агрессивной среде), и спросите, каковы, по мнению учащихся, основные сложности, возникающие при управлении таким объектом.*

Поскольку на ознакомительном занятии ребята имели возможность потренироваться в управлении манипулятором при помощи пульта дистанционного управления, вероятнее всего, они ответят, что самое сложное — это представить траекторию движения рабочего инструмента и просчитать те действия, которые необходимо произвести, чтобы выполнить поставленную задачу. А именно: какие элементы манипулятора нужно привести в действие, сколько при этом использовать двигателей, как наиболее точно определить положение предмета, с которым производится манипуляция, и т. д.

Для того чтобы научиться качественно управлять манипулятором, манипулятор должен войти в «схему тела» оператора, то есть должен ощущаться как продолжение рук. Это возможно только в том случае, если понята логика движения всех его частей по отдельности и в совокупности. Только тогда оператор сможет безошибочно выполнять сложные действия. При этом для манипуляций с предметами необходимо представлять точное местоположение этих предметов относительно манипулятора, чтобы «объяснить» инструменту, как до них добраться. По сути, так работают абсолютно все машины, совершающие перемещения объектов, будь то экскаватор, подъемный кран или квадрокоптер.

Таким образом, использование манипулятора Dobot Magician развивает моторику и пространственное воображение учащихся, а также служит пропедевтикой таких математических тем, как метод координат, система координат, координатные плоскости.

## Система координат и ее разновидности

Для точного определения положения предмета в пространстве используется специальная система отсчета — система координат. Обсудите с учащимися:

- Что такое система координат?
- Какие системы координат существуют и чем отличается декартова (прямоугольная) система координат от сферической?

### Как наглядно объяснить расположение осей в системе координат?

Представьте, что вы зашли в комнату, остановились на пороге и посмотрели в левый от входа угол. Плинтус под стеной с дверью — это ось  $X$ , плинтус под перпендикулярной стеной (с окном) — ось  $Y$ , а направление от стыка плинтусов к потолку — ось  $Z$ . Место пересечения всех трех осей — точка  $O$ , которая будет выступать в качестве начала координат. Это декартова (или прямоугольная) система координат.

Обратите внимание, что мы произвольно назначили началом координат именно нижний левый угол. С тем же успехом это мог быть верхний левый угол или любой другой угол комнаты. Однако, где бы мы ни расположили точку начала координат, взаимное направление осей координат всегда должно остаться неизменным (рис. 2.1).

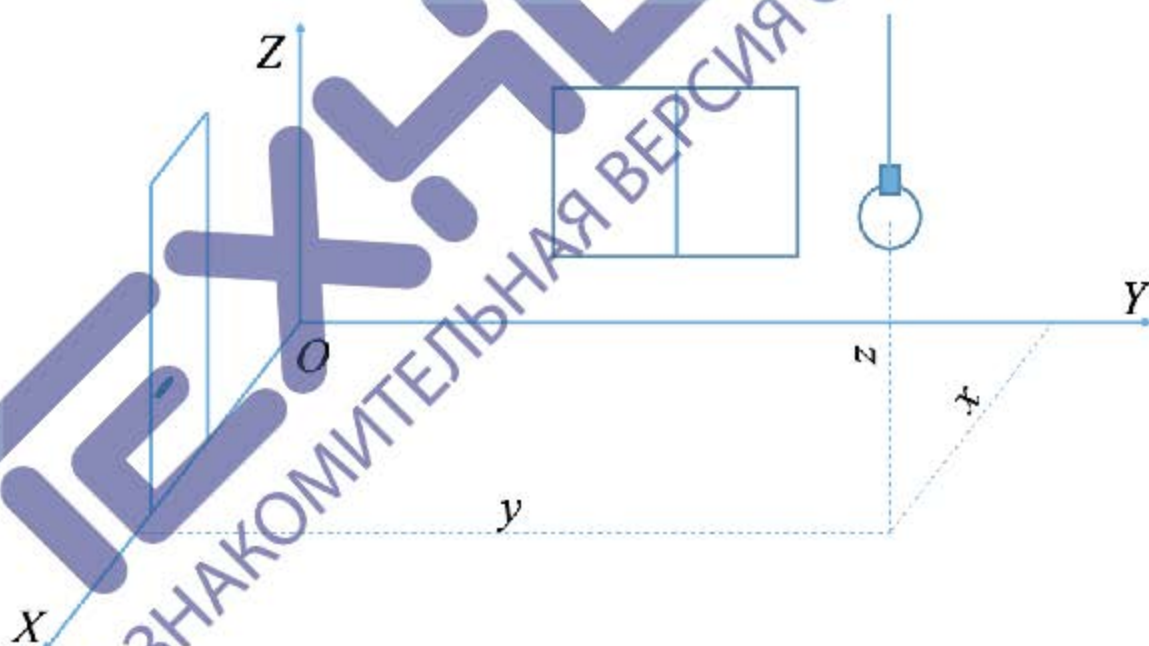


Рис. 2.1

Для того чтобы в декартовой системе координат описать положение любого предмета (например, лампочки под потолком), потребуется указать три его координаты  $Z$  — кратчайшее расстояние от этого предмета до пола,  $Y$  — расстояние до стены с дверью,  $X$  — до стены с окном.

Можно описать положение предмета и другим способом. Для этого проведем радиус-вектор  $R$  от центра координат до предмета (в нашем слу-

чае от угла  $O$  до лампочки). Далее укажем длину этого радиуса-вектора, угол от него до линии вертикального подъема над точкой начала координат (так называемый зенитный угол) и азимутальный угол. Азимутальный угол — это угол между радиусом-вектором, идущим от точки начала координат до точки пересечения линии вертикального спуска с лампочкой и пола, и другим лучом этой плоскости, имеющим общее начало с  $R$ . Так выглядит сферическая система координат (рис. 2.2).

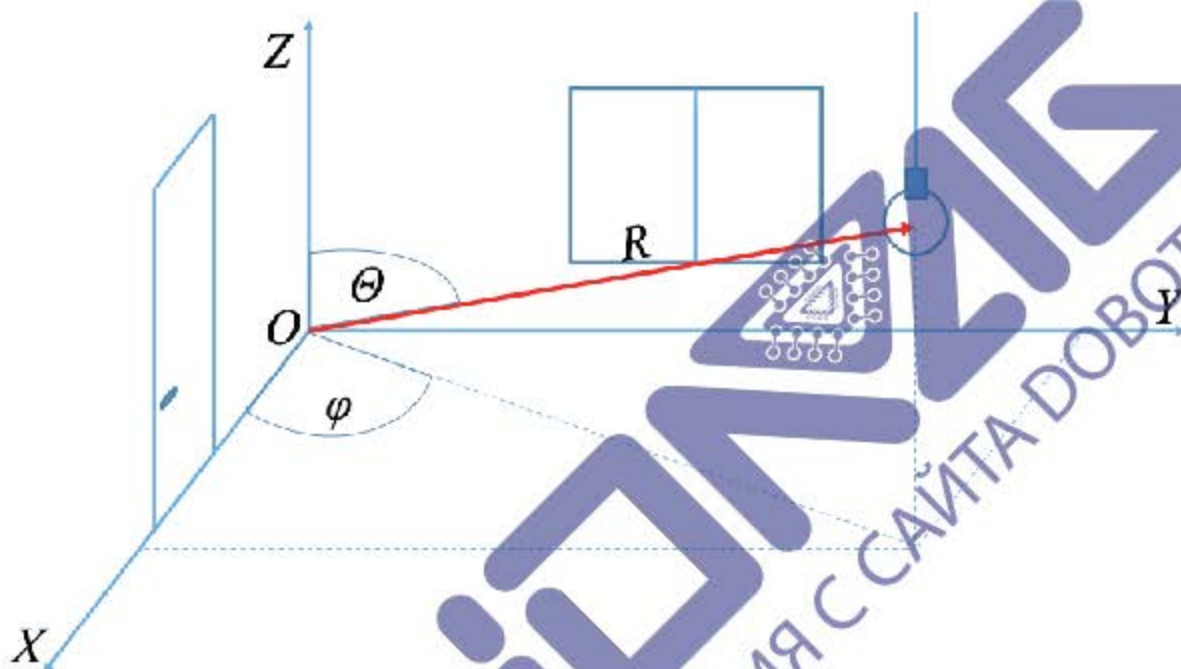


Рис. 2.2

Для большей наглядности используем отвес: прикрепим его к лампочке и спустим до пола. От точки соприкосновения отвеса с полом до угла  $O$  начертим линию и получим проекцию радиуса-вектора  $R$ . Угол между этой проекцией и стеной с дверью и есть искомый азимутальный угол.

### **Почему мы используем именно стену с дверью, а не с окном?**

Исключительно для удобства перехода из одной системы координат в другую.

Можно сказать, что радиус-вектор  $R$  указывает все точки на сфере, а углы конкретизируют, где на сфере находится искомая точка.

### **Почему важно, чтобы учащиеся хотя бы в общих чертах представляли обе системы координат?**

Каждый из трех двигателей манипулятора Dobot Magician совершает вращательные движения в сферической системе координат, как это показано на рисунке 2.3:  $J_1$ ,  $J_2$ ,  $J_3$ . Нам же привычнее (проще и понятнее) представлять движение в прямоугольной (декартовой) системе координат.

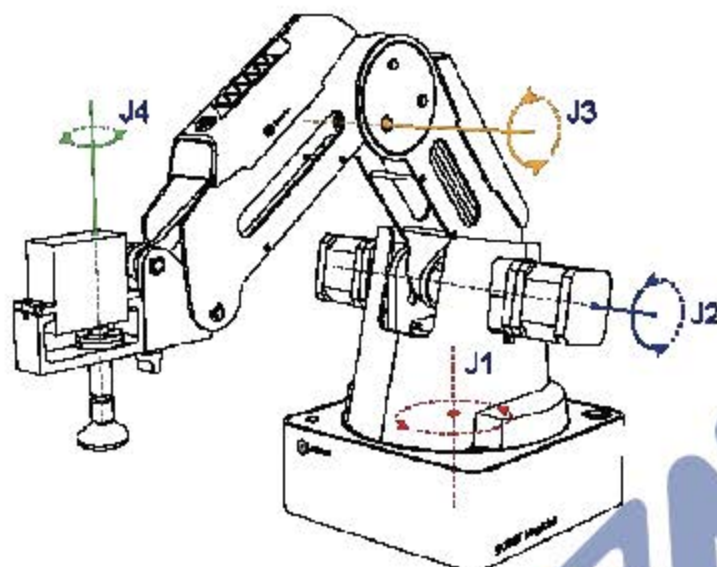


Рис. 2.3

### Как работают двигатели в сферической системе координат?

Если мы будем использовать по отдельности любой двигатель манипулятора, то рабочий инструмент опишет окружность в горизонтальной или вертикальной плоскости. Именно поэтому для перемещения предмета из точки А в точку Б достаточно задействовать один двигатель. Если задействовать два двигателя, оси которых перпендикулярны друг другу, рабочий инструмент манипулятора сможет попасть в любую точку сферы, но при этом не сможет приближаться к точке начала координат манипулятора и отдаляться от нее. Расширить зону действия помогает третий двигатель. Совместная работа двух вертикальных двигателей обеспечивает изменение длины радиус-вектора.

### Подключение механического захвата к Dobot Magician

1. Попросите учащихся перечислить составные элементы манипулятора и правила обращения с ними.
2. Проявите учащимся воздушную помпу и механический захват, а также способ их установки на манипулятор.



Рис. 2.4

- 2.1. Подключите провод питания SW1 и провод управления GP1 к воздушной помпе и в соответствующие разъемы SW1 и GP1 на основании манипулятора.
- 2.2. Закрепите механический захват на площадке для рабочего инструмента при помощи винта-бабочки.
- 2.3. Присоедините воздушную трубку воздушной помпы к штуцеру на механическом захвате.
- 2.4. Подключите сервопривод механического захвата при помощи провода GP3 в соответствующий разъем на стреле манипулятора.



Рис. 2.5

3. Предложите учащимся повторить действия и выполнить установку самостоятельно.



Рис. 2.6

**Важно!** Напомните учащимся, что провода и воздушная трубка требуют бережного обращения. Акцентируйте внимание на том, что при их подключении нужно избегать натяжения, заломов, перегибов и т. д.

### Подключение пульта управления к Dobot Magician

Манипулятор Dobot Magician имеет множество способов управления: с помощью компьютерной мыши, пульта дистанционного управления, мобильного телефона, жестов.



Рис. 2.7

Для дистанционного управления манипулятором используется пульт дистанционного управления. Продемонстрируйте учащимся пульт дистанционного управления и способ его подключения.

1. Подключите USB-контроллер (USB-host) к 10-контактному разъему на основании манипулятора.

**Важно!** Выполнять подключение контроллера необходимо перед включением питания манипулятора.



Рис. 2.8

2. Вставьте Bluetooth-модуль пульта управления в USB-разъем USB-контроллера.
3. Включите питание манипулятора.
4. Дождитесь, пока загорится зеленый индикатор на USB-контроллере, после чего последует четыре коротких звуковых сигнала, оповещающих об успешном подключении.

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



Рис. 2.9

6. Предложите учащимся самостоятельно подключить пульты дистанционного управления к манипуляторам.
7. Расскажите о режимах управления и назначении стиков и кнопок на пульте управления.

### Основы дистанционного управления механическим захватом

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 дистанционного управления размещены кнопки и стики, за которыми закреплены определенные команды. Воздействуя на них, мы заставляем манипулятор совершать необходимые нам движения.

**В исходном режиме управления отклонение левого стика вверх-вниз (вперед-назад) заставяет колонну вращаться относительно основания.** При этом Dobot своим рабочим инструментом рисует окружность.

Обратите внимание, что рабочая область манипулятора ограничена: при выходе из нее рабочего инструмента загорается красный индикатор на основании.

**Отклонение левого стика в горизонтальном направлении (влево-вправо) приводит к тому, что плечо совершает вращательные движения относительно колонны.**

**Отклонение правого стика вверх-вниз приводит к тому, что стрела участвует во вращательном движении относительно плеча.**



Если считать, что начало координат манипулятора находится между внешними шаговыми двигателями, то становится очевидным, что двигатель внутри колонны отвечает за перемещение манипулятора в горизонтальной плоскости, а два других — за увеличение / уменьшение расстояния от рабочего инструмента до центра координат.

**Кнопка «X»** отвечает за включение откачивания воздуха и приводит к открытию механического захвата. **Кнопка «Y»** закрывает захват, помпа при этом включена. **Кнопка «B»** отключает вакуумную помпу.

Если на предыдущем занятии пульты дистанционного управления были настроены на работу в сферических координатах, спросите учащихся, какое действие было самым тяжелым в исполнении.

При вращательных перемещениях рабочего инструмента особенно трудно подобрать какой-либо предмет с горизонтальной поверхности. Для этого необходимо задействовать одновременно два стика, что сложно сделать без четкого представления «схемы тела».

Для того чтобы упростить эту задачу, достаточно перейти в режим поступательных перемещений, то есть перевести работу захвата в декартову систему координат.

### **Что дает переход между режимами управления?**

При переходе в режим поступательных перемещений происходит одновременное включение двух двигателей. При этом рабочий инструмент манипулятора начинает перемещаться не по окружностям, а по прямым линиям.

**Отклонение левого стика** пульта дистанционного управления **вверх-вниз** отвечает за передвижение рабочего инструмента по оси X.

**Отклонение левого стика влево-вправо** — по оси Y.

**Отклонение правого стика вверх-вниз** — по оси Z.

При этом при перемещении рабочего инструмента по оси Z (вверх-вниз) работает 2 двигателя. По X или Y — все 3 одновременно.

### **Каковы преимущества режима поступательного перемещения?**

Самое очевидное — этот режим более привычен, поэтому понять и рассчитать траекторию движения рабочего инструмента гораздо легче.

Но главное, что при включении этого режима происходит наглядное превращение вращательного движения в поступательное.

### **Каковы недостатки?**

При одновременном включении нескольких двигателей падает скорость выполнения задания. Также, поскольку рабочий инструмент перемещается от точки до точки «скачкообразно» по самому короткому пути, утрачивается плавность его движения. Следовательно, ему проще выйти из рабочей зоны.

## Почему важно осваивать режим вращательного перемещения?

С одной стороны, в режиме сферических координат рабочий инструмент передвигается быстрее и более плавно. С другой стороны, к управлению вращательным движением дольше привыкать, поскольку сложнее рассчитать траекторию. Однако именно эта его особенность активно развивает глазомер, моторику и пространственное мышление, а также формирует привычку мыслить объемно.

### Практическое задание

1. Обсудите с учащимися, в чем особенность рассматриваемого рабочего инструмента, в каких случаях рационально применение механического захвата и какие действия он может выполнять.
2. Спросите учащихся, какие сложности могут возникнуть при захвате этим инструментом какого-либо объекта. Опираясь на полученный в ходе предыдущего занятия опыт управления механическим захватом, ребята придут к выводу, что самое сложное — точно подвести его к предмету сбоку или сверху.
3. Дайте учащимся время на то, чтобы разобраться с управлением при помощи пульта дистанционного управления в двух режимах.
4. Попросите учащихся разделиться на небольшие группы по 3–6 человек и предложите выполнить задание по перемещению кубиков. Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов. Группы должны быть равны по составу.
5. Объясните задание.
  - 5.1. Кубики разных цветов, расположенные в зоне А, необходимо переместить в зону Б вертикально (построить башню) в определенной последовательности.

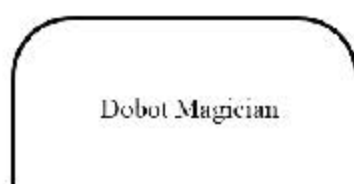
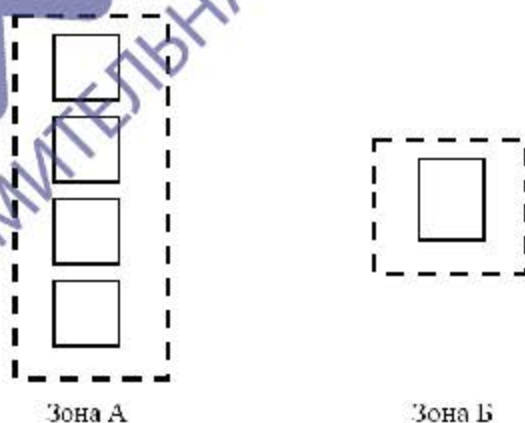


Рис. 2.10

- 5.2. Управление должно выполняться поочередно: каждый участник команды перемещает один кубик и передает пульт управления следующему участнику. (Количество кубиков должно соответствовать количеству человек в группе.)
- 5.3. Кубики не должны находиться на линии или за линией отмеченных зон.
6. Подготовьте заранее и выдайте командам листы А4 с разметкой зон А и Б. Если поверхность, на которой располагаются манипуляторы, позволяет, можно разметить зоны мелом или любым другим способом.
7. Оговорите последовательность кубиков в зоне Б.
8. Дайте ребятам несколько минут на то, чтобы распределить между собой очередность управления манипулятором.
9. Предложите построить башню в режиме вращательных перемещений.
10. По завершении строительства, соблюдая очередность управления пультом, можно продолжить работу и разобрать башню, переместив кубики в обратном порядке из зоны Б в зону А.
11. Попросите переключить режим управления на поступательный и вновь выполнить задание: построить и разобрать башню.
12. Предложите провести командные соревнования по скоростной постройке башни согласно озвученным ранее правилам.
  - 12.1. Выделите время на обсуждение организационных моментов. После того как ребята опробовали оба режима управления, каждый участник команды может сделать выбор в пользу одного из режимов. Дайте учащимся время на то, чтобы распределить между собой способы управления манипулятором и порядок управления. Таким образом, команда может как выбрать единый для всех ее участников режим управления (только вращательные или только поступательные перемещения), так и применять оба режима управления поочередно, переключаясь между ними. Дождитесь сообщения о готовности всех команд.
  - 12.2. Объявите начало соревнования, чтобы команды приступили к выполнению задания, и включите секундомер.
  - 12.3. Запишите время, за которое каждая команда выполнила задание. Победителем считается команда, построившая башню в самые короткие сроки.
  - 12.4. Для получения более или менее объективных результатов можно провести 3 раунда. В этом случае команда с наименьшим временем в раунде получает наибольший балл, остальные — на 1 меньше по мере увеличения времени (например, если групп 5, то за 1-е место присуждается 5 баллов, за 2-е — 4 балла и т. д.). Побеждает команда, набравшая наибольшее количество баллов за три раунда.
13. Спросите, какой режим управления был удобнее, а какой вызвал затруднения. Выслушайте ответы и обсудите, какой режим в каких ситуациях предпочтительнее.

14. Попросите учащихся описать движение каждого сустава манипулятора при перемещении предмета.
15. Обсудите, какие движения совершают подвижные элементы экскаватора и грейдера.

### Понятия и термины

**Декартова система координат** — это прямолинейная система координат с взаимно перпендикулярными осями на плоскости или в пространстве.

**Дистанционное управление** — это способ передачи управляющего сигнала от оператора к объекту управления, находящемуся на расстоянии.

**Координата** — это число, определяющее положение точки в системе координат.

**Координатная плоскость** — это плоскость, на которой задана определенная система координат.

**Метод координат** — это способ определять положение точки или тела с помощью чисел или других символов.

**Полярная система координат** — это двумерная система координат, в которой каждая точка на плоскости определяется двумя числами: полярным углом и полярным радиусом.

**Пульт дистанционного управления** — это рабочий инструмент оператора для удаленного (дистанционного) управления устройством на расстоянии.

**Система координат** — это система отсчета, используемая для определения положения точки в пространстве с помощью чисел или других символов.

**Сферическая система координат** — это система координат для отображения геометрических свойств фигуры в трех измерениях посредством задания трех координат: кратчайшее расстояние до начала координат (радиальное расстояние), зенитный угол, азимутальный угол.

«Схема тела» — это нейрофизиологический феномен, при котором ощущение человеком размеров своего тела расширяется до границ инструментов, которыми он пользуется.

### 3. ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ DOBOT MAGICIAN. ВАКУУМНЫЙ ЗАХВАТ

[Принцип действия вакуумного присоса. Особенности и назначение вакуумного захвата. Подключение воздушной помпы, вакуумного захвата и пульта дистанционного управления. Управление вакуумным захватом при помощи пульта дистанционного управления. Практическое задание. Понятия и термины]

#### Принцип действия вакуумного присоса

Продемонстрируйте учащимся любую присоску (например, крючок для ванной комнаты), прикрепите ее к поверхности и обсудите, за счет чего она держится.

#### Почему при создании вакуума происходит присасывание?

Воздух состоит из гигантского количества молекул, находящихся в постоянном хаотическом движении. Они сталкиваются как между собой, так и с поверхностями всех объектов, которые встречают на своем пути. При этом на каждую поверхность объекта приходится примерно одинаковое количество «толчков» и примерно равная сила воздействия молекул, поэтому легкие предметы в пространстве не смещаются и не деформируются под градом миллионов ударов. Что произойдет, если по какой-либо причине с одной стороны предмета количество активных частиц значительно сократится или, наоборот, возрастет? К примеру, что случится с футбольным мячом, если откачать из него весь воздух? А если начать его накачивать и не остановиться?

Представьте забор, по обе стороны которого кипит нешуточная битва. При этом с каждой стороны забора сражается равное количество воинов. В пылу и азарте они непрестанно толкают друг друга и забор, то упираясь в него, то отталкиваясь от него. Забор трещит, но стоит, пока в него упираются с обеих сторон. Если же с одной стороны забора схватка прекратится и воины разойдутся, а с другой продолжится толкание, то в конечном итоге забор непременно завалится и упадет туда, где его больше не толкают.

По этому принципу работают все присосы: между присасывающей поверхностью и поверхностью присасываемого предмета воздух разрежается, а сила атмосферного давления на внешние поверхности присоса и захватываемого объекта продолжает действовать.

#### Особенности и назначение вакуумного захвата

Продемонстрируйте учащимся вакуумный захват и спросите, каково его назначение и как он работает.

Обсудите, зачем нужен вакуумный захват при наличии механического.

Основная сфера применения вакуумных захватов — подъем, продолжительное удерживание и безопасная транспортировка различных грузов при помощи эффекта вакуума.

## В чем преимущества вакуумного захвата в сравнении с механическим?

- В отличие от механического, вакуумный захват не требует большой точности: достаточно попасть присосом на поверхность захватываемого предмета.
- При этом вакуумный захват способен поднимать груз, даже если тот имеет внушительные размеры, в то время как величина раскрытия механического захвата ограничена.
- Быстро освобождает груз из захвата, что позволяет сэкономить время в процессе погрузки-разгрузки.
- Позволяет избежать механических повреждений, таких как вмятины и царапины, а значит, может захватывать хрупкие материалы.

## Есть ли ограничения и недостатки у этого способа?

Вакуумный захват подходит далеко не для всех изделий, поскольку надежно крепится только к гладкой поверхности. Из-за неплотного прилегания к рельефной поверхности может произойти нарушение герметичности, за счет чего возрастает риск уронить объект.

## Подключение воздушной помпы, вакуумного захвата и пульта дистанционного управления

Продемонстрируйте учащимся способ установки воздушной помпы и вакуумного захвата на манипулятор.

1. Подключите провод питания SW1 и провод управления GP1 к воздушной помпе и в соответствующие разъемы SW1 и GP1 на основании манипулятора.
2. Закрепите вакуумный захват на площадке для рабочего инструмента при помощи винта-бабочки.
3. Присоедините воздушную трубку воздушной помпы к штуцеру на вакуумном захвате.
4. Подключите сервопривод вакуумного захвата при помощи провода GP3 в соответствующий разъем на стреле манипулятора.
5. Предложите учащимся повторить действия и выполнить установку самостоятельно.

**Важно!** При подключении воздушной помпы и вакуумного захвата к манипулятору *Robot Magician* должен быть отключен от сети. Напомните учащимся, что провода и воздушная трубка требуют бережного обращения.

Продемонстрируйте учащимся способ подключения пульта дистанционного управления.

**Важно!** Выполнять подключение контроллера необходимо перед включением питания манипулятора.

1. Подключите USB-контроллер (USB-host) к 10-контактному разъему на основании манипулятора.
2. Вставьте Bluetooth-модуль пульта управления в USB-разъем USB-контроллера.
3. Включите питание манипулятора.
4. Дождитесь, пока загорится зеленый индикатор на USB-контроллере, после чего последует четыре коротких звуковых сигнала, оповещающих об успешном подключении.
5. Для начала работы удерживайте на пульте управления кнопку включения до тех пор, пока индикаторы на нем не будут гореть постоянно.
6. Предложите учащимся самостоятельно подключить пульты дистанционного управления к манипуляторам.
7. Расскажите о режимах управления и назначении стиков и кнопок на пульте управления.

### **Управление вакуумным захватом при помощи пульта дистанционного управления**

Управление вакуумным захватом при помощи пульта дистанционного управления аналогично управлению механическим захватом

Нажатие верхнего левого курка (LB)	Включение режима вращательных перемещений
Нажатие верхнего правого курка (RB)	Включение режима поступательных перемещений
Нажатие кнопки «X»	Включение воздушной помпы, обеспечивающее присасывание предмета
Нажатие кнопки «Y»	Закачивание воздуха между вакуумным присосом и захваченным предметом, обеспечивающее отпускане захвата
Нажатие кнопки «B»	Отключение вакуумной помпы и сброс захваченного предмета
<b>Режим вращательных перемещений</b>	
Отклонение левого стика вверх-вниз (вперед-назад)	Вращение колонны относительно основания
Отклонение левого стика влево-вправо	Вращение плеча относительно колонны
Отклонение правого стика вверх-вниз	Вращение стрелы относительно плеча
<b>Режим поступательных перемещений</b>	
Отклонение левого стика вверх-вниз	Передвижение рабочего инструмента по оси X
Отклонение левого стика влево-вправо	Передвижение рабочего инструмента по оси Y
Отклонение правого стика вверх-вниз	Передвижение рабочего инструмента по оси Z

## Практическое задание

Дайте учащимся время на то, чтобы вспомнить особенности управления при помощи пульта дистанционного управления в двух режимах.

Попросите учащихся разделиться на небольшие группы по 3–6 человек и предложите каждой группе сыграть в строительство башни на выбывание. Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов. Группы должны быть равны по составу.

**Объясните правила игры.**

1. Из зоны А в зону Б необходимо переместить кубики таким образом, чтобы построить башню. Проигравшим считается тот, кто допустил обрушение башни в свой ход.
2. Количество кубиков в зоне А не ограничено.
3. Последовательность кубиков в зоне Б не имеет значения.
4. Управление должно выполняться поочередно: каждый участник команды перемещает один кубик и передает пульт управления следующему участнику.
5. Последовательность управления определяется в произвольном порядке: это может быть личная договоренность внутри группы или жеребьевка.

Затем предложите построить башню в режиме вращательных перемещений. Попросите переключить режим управления на поступательный и сыграть снова.

Если в каждой группе более трех человек, предложите учащимся разбиться на пары и провести эту же игру один на один. Попросите учащихся разбиться на пары и расскажите правила следующей игры для двоих «Четыре в ряд».

1. Перед началом игры каждый игрок выбирает цвет кубиков, которые он будет перемещать.
2. Игроки по очереди перемещают по одному кубику своего цвета на клетки поля или ставят поверх уже перемещенных кубиков. Цель игры — расположить раньше противника подряд по горизонтали (на клетках поля), вертикали (вверх в виде башни) или диагонали четыре кубика своего цвета.
3. Управление выполняется поочередно: каждый игрок перемещает один кубик своего цвета и передает пульт управления противнику.
4. Каждый игрок может сделать выбор в пользу одного из режимов управления и переключаться на него во время своего хода.
5. Подготовьте заранее и выдайте каждой паре игроков листы А4 с разметкой поля из 7 клеток в ряд. Если поверхность, на которой располагаются манипуляторы, позволяет, можно разметить зоны мелом или любым другим способом. Размер каждой клетки должен соответствовать размеру основания кубика или немного его превышать.





6. Убедитесь, про правила понятны всем, и объявите начало игры.
7. Количество проведенных раундов должно соответствовать количеству пар игроков, чтобы все учащиеся могли принять участие в игре.

**Теперь предложите ребятам сменить спарринг-партнера и сыграть в «Крестики-нолики» на время.**

1. Подготовьте заранее и выдайте каждой паре игроков листы А4 с разметкой поля 3 на 3 клетки или расчертите поле перед манипулятором любым доступным способом.
2. Перед началом игры каждый игрок выбирает цвет кубиков, которые он будет перемещать.
3. Игроки ставят на свободные клетки поля кубики своего цвета. Первый, выстроивший в ряд 3 своих кубика по вертикали, горизонтали или диагонали, выигрывает.
4. Управление выполняется поочередно: каждый игрок перемещает один кубик своего цвета и передает пульт управления противнику.
5. Выделите на каждый ход по 30 секунд и приготовьтесь засекайте время. По истечении отведенного времени игроки должны передать пульт управления противнику.
6. Игрок, не успевший завершить ход, считается проигравшим.
7. Каждый игрок может сделать выбор в пользу одного из режимов управления и переключаться на него во время своего хода.
8. Объявите начало раунда и засекайте время. Объявляйте смену пульта каждые 30 секунд.
9. Если игроки никак не успевают уложиться в отведенное время, оно может быть увеличено.
10. Количество проведенных раундов должно соответствовать количеству пар игроков, чтобы все учащиеся могли принять участие в игре.

По окончании игры спросите учащихся, каким захватом было легче перемещать кубики: механическим или вакуумным — и в чем заключались основные сложности управления.

Предложите ребятам подумать, в каких реальных ситуациях может быть использован вакуумный захват, и попросите привести примеры. Обсудите предложенные варианты.

### **Понятия и термины**

**Вакуум** — это пространство, свободное от вещества.

**Вакуумный присос (вакуум-присос, присоска)** — это устройство, служащее для прикрепления к твердым поверхностям посредством создания между собой и ними пониженного давления.

## 4. ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ DOBOT MAGICIAN. КОНВЕЙЕР DOBOT

[Устройство и назначение конвейера Dobot. Подключение конвейерной ленты к Dobot Magician. Подключение воздушной помпы, вакуумного захвата и пульта дистанционного управления. Управление конвейерной лентой при помощи пульта дистанционного управления. Практическое задание. Понятия и термины]

### Устройство и назначение конвейера Dobot

Прежде чем приступить к знакомству с конвейером Dobot, задайте учащимся ряд вопросов.

— *Что такое конвейер, конвейерное производство, как они устроены и зачем нужны?*

— *Какие типы конвейеров вы встречали в реальной жизни? Какую функцию те выполняли?*

Рабочая зона манипулятора ограничена и не позволяет захватывать предметы, находящиеся на удалении. Для расширения функционала манипулятора Dobot Magician используются дополнительные модули: рельс для линейных перемещений манипулятора и конвейерная лента для перемещения объектов от одного манипулятора к другому.

Использование конвейера не влияет напрямую на увеличение рабочей зоны манипулятора, но позволяет образовать несколько рабочих зон на протяжении всей конвейерной ленты. Основная его задача — переместить объект в рабочую зону стационарно установленного манипулятора. Таким образом, доставляя объекты непосредственно от манипулятора к манипулятору, конвейер значительно сокращает время и усилия, необходимые для их транспортировки между этапами производства.

Конвейерная лента состоит из каркаса, на котором размещается собственно лента, мотора, управляющего движением ленты по каркасу, и ножек, позволяющих приподнять каркас и исключить соприкосновение ленты с поверхностью, на которой установлен конвейер.

Конвейерная лента для Dobot Magician в сочетании с манипулятором позволяет проектировать и конструировать макеты производственной или сортировочной линии в условиях учебного класса.

### Подключение конвейерной ленты к Dobot Magician

1. Установите конвейерную ленту на ровную устойчивую поверхность перед манипулятором.
2. Подключите мотор конвейера к манипулятору, вставив провод в разъем STEPPER 1 на обратной стороне базы манипулятора.
3. Подключите пульт дистанционного управления, воздушную помпу и вакуумный захват к манипулятору.

**Важно!** Все манипуляции с проводами необходимо проводить перед включением питания манипулятора.

## Подключение воздушной помпы, вакуумного захвата и пульта дистанционного управления

Продемонстрируйте учащимся способ установки воздушной помпы и вакуумного захвата на манипулятор.

1. Подключите провод питания SW1 и провод управления GP1 к воздушной помпе и в соответствующие разъемы SW1 и GP1 на основании манипулятора.
2. Закрепите вакуумный захват на площадке для рабочего инструмента при помощи винта-бабочки.
3. Присоедините воздушную трубку воздушной помпы к штуцеру на вакуумном захвате.
4. Подключите сервопривод вакуумного захвата при помощи провода GP3 в соответствующий разъем на стреле манипулятора.
5. Предложите учащимся разделиться на небольшие группы и повторить действия, выполнив установку самостоятельно.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

**Важно!** При подключении воздушной помпы и вакуумного захвата к манипулятору Dobot Magician должен быть отключен от сети. Напомните учащимся, что провода и воздушная трубка требуют бережного обращения.

Продемонстрируйте учащимся способ подключения пульта дистанционного управления.

**Важно!** Выполнять подключение контроллера необходимо до включения питания манипулятора.

1. Подключите USB-контроллер (USB-host) к 10-контактному разъему на основании манипулятора.
2. Вставьте Bluetooth-модуль пульта управления в USB-разъем USB-контроллера.
3. Включите питание манипулятора.
4. Дождитесь, пока загорится зеленый индикатор на USB-контроллере, после чего последуют четыре коротких звуковых сигнала, оповещающих об успешном подключении.
5. Для начала работы удерживайте на пульте управления кнопку включения до тех пор, пока индикаторы на нем не будут гореть постоянно.

Предложите учащимся самостоятельно подключить пульты дистанционного управления к манипуляторам.

Напомните о режимах управления и назначении стиков и кнопок на пульте управления:

Нажатие верхнего левого курка (LB)	Включение режима вращательных перемещений
Нажатие верхнего правого курка (RB)	Включение режима поступательных перемещений
Нажатие кнопки «X»	Включение воздушной помпы, обеспечивающее присасывание предмета
Нажатие кнопки «Y»	Закачивание воздуха между вакуумным присосом и захваченным предметом, обеспечивающее отпускане захвата
Нажатие кнопки «B»	Отключение вакуумной помпы и сброс захваченного предмета
<b>Режим вращательных перемещений</b>	
Отклонение левого стика вверх-вниз (вперед-назад)	Вращение колонны относительно основания
Отклонение левого стика влево-вправо	Вращение плеча относительно колонны
Отклонение правого стика вверх-вниз	Вращение стрелы относительно плеча
<b>Режим поступательных перемещений</b>	
Отклонение левого стика вверх-вниз	Передвижение рабочего инструмента по оси X
Отклонение левого стика влево-вправо	Передвижение рабочего инструмента по оси Y
Отклонение правого стика вверх-вниз	Передвижение рабочего инструмента по оси Z

### Управление конвейерной лентой при помощи пульта дистанционного управления

Управление конвейерной лентой при помощи пульта дистанционного управления происходит посредством нажатия нижних курков:

Нажатие левого нижнего курка (LT)	Начало движения ленты
Нажатие правого нижнего курка (RT)	Окончание движения ленты

Обратите внимание, что в режиме ручного управления посредством пульта лента движется только в одну сторону и не может менять направление своего движения.

### Практическое задание

Предложите учащимся провести соревнования по сортировке и укладке деревянных кубиков с применением конвейеров и манипуляторов.

Подготовьте заранее поля для установки конвейерной линии.

1. В верхней части каждого поля разместите по два манипулятора Dobot Magician с установленными вакуумными захватами и воздушными помпами.



Рис. 4.1

2. В нижней части полей установите по одной конвейерной ленте Dobot.



Рис. 4.2

3. С правой стороны от конвейерной ленты разместите зону исходного расположения деревянных кубиков — зона А.
4. С левой стороны — зону хранения сортированных кубиков — зона Б.
5. Разделите зону хранения на несколько частей — по количеству используемых цветов. Например, при использовании кубиков трех цветов: красного, зеленого и синего — зона Б может выглядеть так:

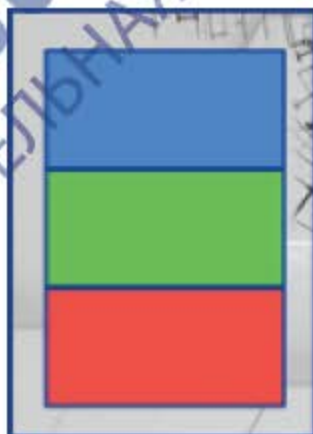


Рис. 4.3

6. Последовательность расположения цветов в зоне Б выбирается случайным образом и определяется заранее.

**Объясните задачу учащимся.**

1. Основной задачей является транспортировка деревянных кубиков из зоны исходного положения в зону хранения.

2. Первый манипулятор захватывает кубик из исходной зоны и перемещает его на конвейерную ленту.
3. После этого конвейерная лента начинает движение, перемещая данный кубик ко второму манипулятору, и останавливается.
4. Второй манипулятор захватывает кубик с конвейерной ленты и перемещает его в соответствующую ему цветовую зону. При этом кубики не должны выходить за пределы обозначенной зоны.
5. Чтобы уравнивать задачу операторам манипуляторов, можно установить последовательность захвата кубиков из зоны А (например, сначала все зеленые, затем — синие, в конце — красные) или поставить задачу захватывать только кубики какого-либо одного цвета (например, только зеленые).
6. Расположение кубиков разного цвета в зоне исходного хранения может быть любым: кубики могут стоять по одному или размещаться один на другом. Количество кубиков и их цветовое соотношение (сколько кубиков какого цвета) определяются в произвольном порядке.

### **Обговорите заранее способ расстановки кубиков в зоне Б.**

Уровень 1: в зоне Б нужно выставлять кубики в ряд.

Уровень 2: в зоне Б нужно ставить кубики одного цвета друг на друга.

Предложите учащимся разделиться на группы по 2–5 человек.

Дайте 5 минут на то, чтобы члены команды распределили между собой этапы перемещения кубиков: захват в зоне А, транспортировка на конвейер, движение ленты, захват кубика с ленты, перемещение кубика в соответствующую цветовую ячейку зоны Б. Соответственно, чем меньше человек в команде, тем больше действий каждый из них будет выполнять.

Управление должно выполняться поочередно: каждый участник команды выполняет свое действие и передает пульт управления следующему участнику.

Каждый участник команды может сделать выбор в пользу одного из режимов управления. Дайте учащимся время на то, чтобы обсудить и распределить между собой способы управления манипулятором. Таким образом, команда может выбрать как единый для всех ее участников режим управления (только вращательные или только поступательные перемещения), так и применять оба режима управления поочередно, переключаясь между ними.

Дождитесь сообщения о готовности всех команд. Объявите начало соревнования, чтобы команды приступили к выполнению задания, и включите секундомер.

Запишите время, за которое каждая команда выполнила задание. Победителем считается команда, завершившая сортировку в самые короткие сроки.

Предложите участникам поменяться ролями и повторить процесс сортировки.

Спросите: какое действие вызвало наибольшее затруднение, какое да-лось легче всего? Просто ли было определить оптимальный момент для остановки конвейерной ленты, чтобы рабочему инструменту манипулятора было максимально удобно захватывать кубик?

Обсудите, в каких случаях невозможно обойтись без дистанционного управления конвейерной линией, а в каких — ручного управления лучше избегать.

### Понятия и термины

**Конвейер** — это машина непрерывного перемещения, предназначенная для транспортировки сыпучих, кусковых или штучных грузов.

**Конвейерная лента** — это тяговый и грузонесущий орган ленточного конвейера.

**Конвейерная линия** — это составная часть технологических промышленных линий, соединяющая производственные циклы (либо отдельные цехи или высокотехнологическое оборудование) в единую высокопроизводительную цепочку.

**Конвейерное производство** — это система поточной организации производства на основе конвейера, при которой оно разделено на простейшие короткие операции, а перемещение деталей осуществляется автоматически.

**Ленточный конвейер** — это транспортирующее устройство непрерывного действия с рабочим органом в виде ленты.

**Модуль** — это часть какого-либо устройства, оформленная конструктивно как самостоятельный продукт и выполняющая определенные функции.

## 5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ DOBOTSTUDIO. ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ DOBOT MAGICIAN

[Программное обеспечение DobotStudio и подключение к компьютеру. Управление Dobot Magician при помощи панели управления. Изменение координат при движении рабочего инструмента манипулятора по осям координат. Практическое задание. Понятия и термины]

### Программное обеспечение DobotStudio и подключение к компьютеру

Управление манипулятором может осуществляться при помощи компьютера.

1. Скачайте предварительно с сайта Dobot.cc программное обеспечение (ПО) DobotStudio и установите его на ПК.
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. Продемонстрируйте учащимся способ подключения манипулятора к компьютеру.
  - 3.1. Включите ПК и запустите ПО DobotStudio.
  - 3.2. Подключите адаптер питания к основанию манипулятора, включите питание кнопкой, расположенной на основании. Дождитесь, когда манипулятор издаст короткий звуковой сигнал.
  - 3.3. Выполните подключение манипулятора к компьютеру при помощи USB-кабеля.
  - 3.4. В окне ПО нажмите на кнопку «Подключить», которая расположена в верхнем левом углу. Если данная кнопка изменилась на «Отключить», то подключение выполнено успешно.



Рис. 5.1

4. Расскажите о возможностях ПО.  
В верхнем правом углу окна ПО расположены три кнопки: «Аварийная остановка», «Домой» и «Настройки».
  - При нажатии на кнопку «Аварийная остановка» производится немедленная остановка манипулятора.



- При нажатии на кнопку «Домой» манипулятор автоматически возвращается в стартовое положение. Данное положение можно дополнить или изменить в меню «Настройки».
- Меню «Настройки» позволяет выполнять управление множеством параметров манипулятора.

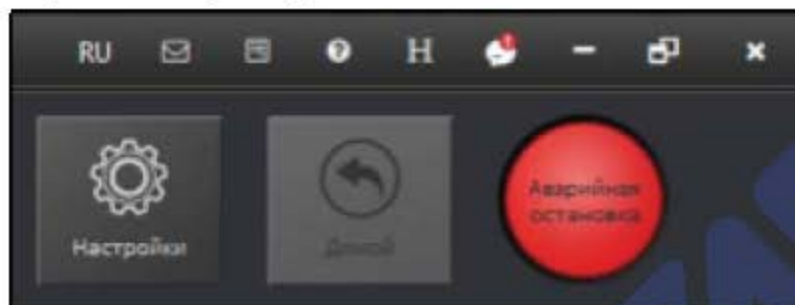


Рис. 5.2

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



Рис. 5.3

- **Режим обучения** — это режим составления простых линейных программ для перемещения рабочего инструмента манипулятора между точками. В этом режиме Dobot повторяет действия за оператором или следует его указаниям.
- **Графический режим** предназначен для рисования загруженных в векторном формате изображений.
- **Режим Blockly** — это режим программирования манипулятора в пиктографической среде программирования Dobot Blockly.

- **Режим Script** — в объектно-ориентированном языке программирования Python.
  - **LeapMotion** — это технология управления манипулятором при помощи специального сенсора, считывающего движения рук.
  - **Режим управления мышью** — это режим управления манипулятором в сферической системе координат при помощи использования компьютерной мыши.
  - **Лазерная гравировка** — это режим для управления таким рабочим инструментом, как лазерный гравер. Позволяет вырезать (выжигать) загруженные в растровом формате рисунки при помощи лазера.
  - **3D-принтер** — это режим, позволяющий манипулятору работать в качестве 3D-принтера. Требуется установка специального ПО Repetier Host.
5. Обновите ПО DobotStudio на ПК, если это необходимо.
- 5.1. Для этого зайдите в меню «Настройки» и нажмите кнопку «Обновления», открывающую обзор всех модулей ПО, установленных на компьютере, и показывающую, требуются ли обновления.

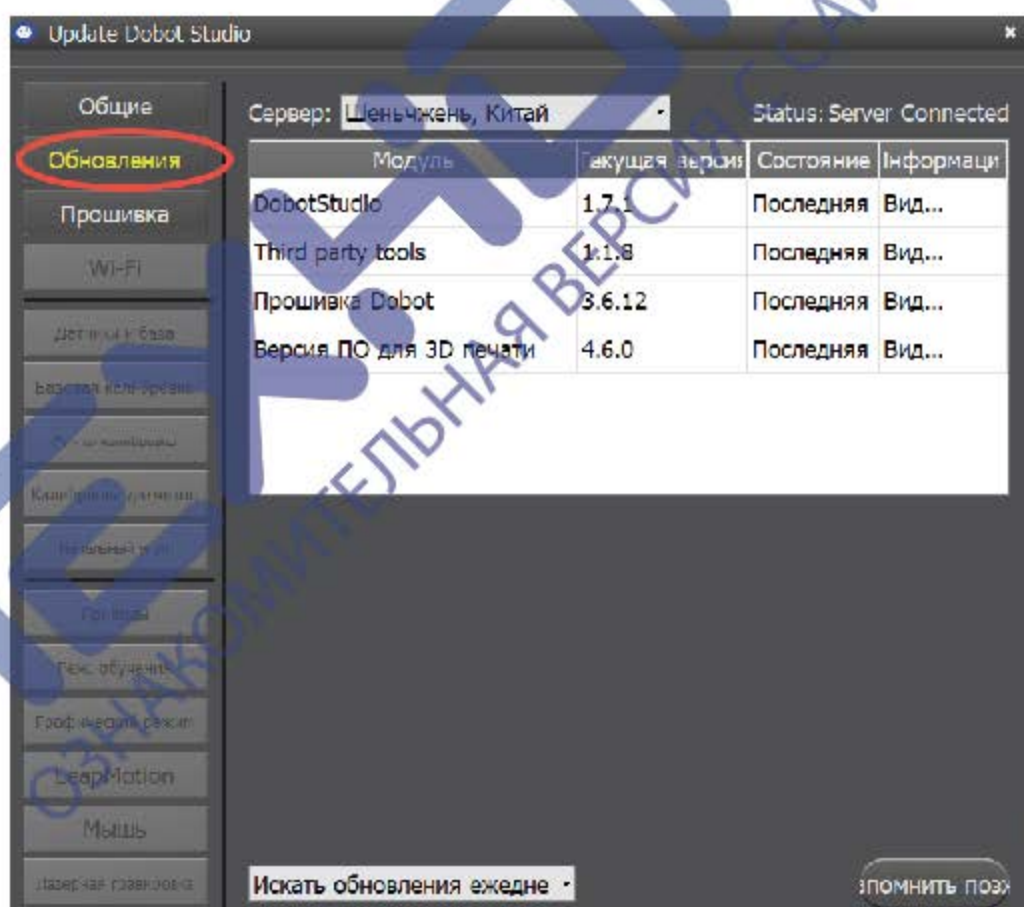


Рис. 5.4

6. Загрузите современную внутреннюю операционную систему на Dobot Magician.
- 6.1. Зайдите в меню «Настройки» и нажмите кнопку «Прошивка».

- 6.2. Нажмите кнопку «Confirm» (подтвердить): Dobot Firmware автоматически найдет и установит последнюю версию.
- 6.3. После завершения загрузки выйдите из настроек при помощи кнопки «Quit».

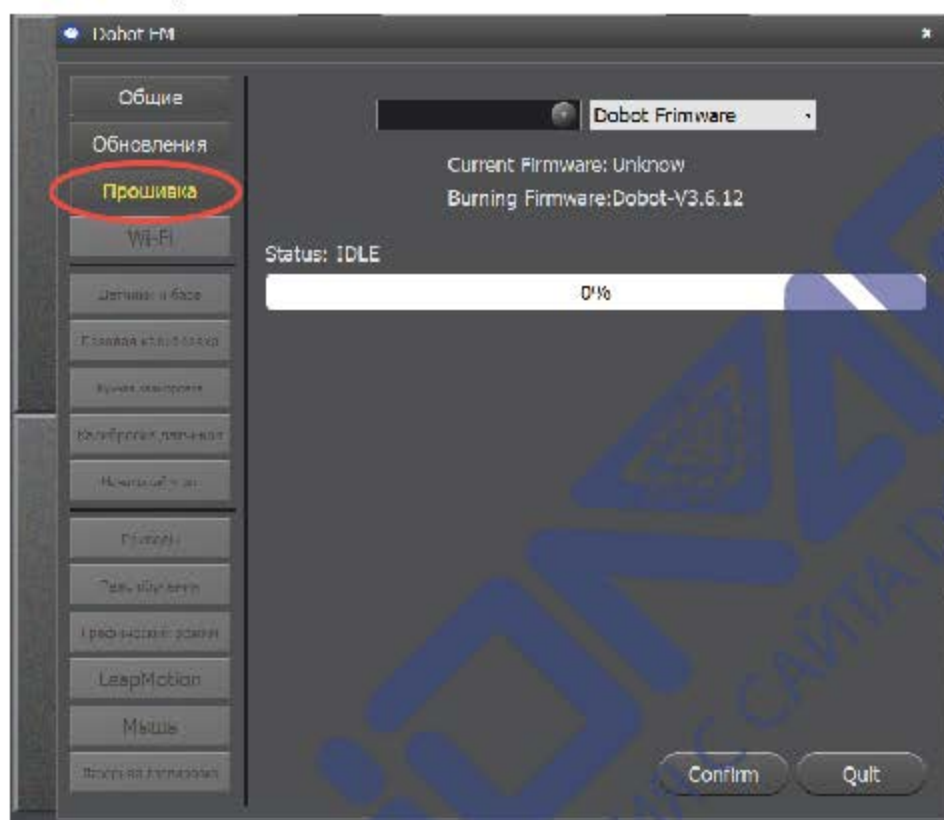


Рис. 5.5

7. Предложите учащимся разделиться на небольшие группы и самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе. Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу. Используйте в качестве рабочего инструмента манипулятора вакуумный захват, установленный на прошлом занятии.
8. Попросите убедиться, что манипулятор подключен (кнопка «Подключить» нажата), и расскажите об особенностях управления манипулятором при помощи панели управления.

### Управление Dobot Magician при помощи панели управления

Для того чтобы манипулятором можно было управлять при помощи компьютера, недостаточно просто объединить манипулятор с компьютером посредством ПО. Необходим некий посредник, принимающий и передающий команды оператора и позволяющий ему извне осуществлять управление режимом работы манипулятора. В ПО DobotStudio в качестве такого посредника выступает панель управления.

Панель управления расположена в правой части экрана и может находиться в скрытом или открытом состоянии. Переход между ними осуществляется при помощи стрелки, направленной влево.



Рис. 5.6

Внешний вид панели управления очень напоминает вид пульта дистанционного управления. Но в отличие от пульта на панели располагаются специальные окошки, отображающие числовые характеристики совершаемых манипулятором движений. Таким образом, у оператора появляется возможность отслеживать текущие координаты рабочего инструмента в декартовой системе координат (параметры X, Y, Z, R) и в сферической системе координат (Углы 1–4).

Каждому режиму управления соответствует свой набор кнопок, что позволяет избежать путаницы при переключении режимов.

Управление манипулятором при помощи панели инструментов осуществляется путем нажатия кнопок.

<b>Режим поступательных перемещений</b>	
Нажатие кнопок «X+» / «X-»	Передвижение рабочего инструмента по оси X
Нажатие кнопок «Y+» / «Y-»	Передвижение рабочего инструмента по оси Y
Нажатие кнопок «Z+» / «Z-»	Передвижение рабочего инструмента по оси Z
Нажатие кнопок «R+» / «R-»	Разворот рабочего инструмента

<b>Режим вращательных перемещений</b>	
Нажатие кнопки «J1+»	Вращение колонны относительно основания по часовой стрелке (вперед)
Нажатие кнопки «J1-»	Вращение колонны относительно основания против часовой стрелки (назад)
Нажатие кнопки «J2+»	Вращение плеча относительно колонны по часовой стрелке (вперед)
Нажатие кнопки «J2-»	Вращение плеча относительно колонны против часовой стрелки (назад)
Нажатие кнопки «J3+»	Вращение стрелы относительно плеча по часовой стрелке (вперед)
Нажатие кнопки «J3-»	Вращение стрелы относительно плеча против часовой стрелки (назад)
Нажатие кнопки «J4+»	Вращение рабочего инструмента относительно стрелы по часовой стрелке (вперед)
Нажатие кнопки «J4-»	Вращение рабочего инструмента относительно стрелы против часовой стрелки (назад)

Кнопка «L» отвечает за регулировку положения подвижного элемента модулей «Конвейер» и «Рельс». Продолжительность нажатия кнопки «L» определяет, на какое расстояние передвинется движущаяся часть модуля: лента у конвейера, подвижная база с манипулятором у рельса.

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».

Выбор значения «Включить»	Включение воздушной помпы, обеспечивающее захват предмета/Начало работы инструмента
Выбор значения «Отключить»	Отключение вакуумной помпы и сброс захваченного предмета/Окончание работы инструмента

Строка «Скорость» позволяет управлять скоростью перемещения элементов манипулятора.

### **Для чего учащимся осваивать панель управления?**

Управление при помощи панели позволит учащимся понять, как изменяются координаты и углы при том или ином движении манипулятора. А значит, все действия манипулятора обретут математически выраженное значение, что облегчит в дальнейшем задачу их воспроизведения. Управление с панели — это контролируемое управление: зная координаты, можно многократно перемещать рабочий инструмент не приблизительно, а в конкретную точку.

С одной стороны, фиксация координат исключает пресловутый человеческий фактор: ошибки глазомера или случайное нажатие не того курка на пульте дистанционного управления. С другой стороны, для того чтобы не ошибаться, необходимо понимать траекторию перемещения и положение в системе координат не только захватываемого предмета, но и каждого элемента манипулятора.

И наконец, чтобы в будущем научиться четко задавать координаты при программировании, необходимо понимать, что представляют собой координаты и как взаимное изменение их относительно друг друга влияет на траекторию движения рабочего инструмента манипулятора.

### Изменение координат при движении рабочего инструмента манипулятора по осям координат

Обсудите с учащимися, где располагается точка начала координат манипулятора, каково расположение осей координат относительно манипулятора и каким образом рассчитываются координаты рабочего инструмента при его перемещении.

Для того чтобы понять расположение осей координат относительно манипулятора, необходимо поместить Dobot Magician в стартовое положение. Сделать это можно при помощи нажатия в правом углу ПО DobotStudio кнопки «Домой». 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 (противоположной стороне с портами подключения).

Точка начала координат манипулятора находится ровно посередине между внешними шаговыми двигателями. Оси X и Y всегда будут параллельны основанию манипулятора, при этом ось X будет 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.

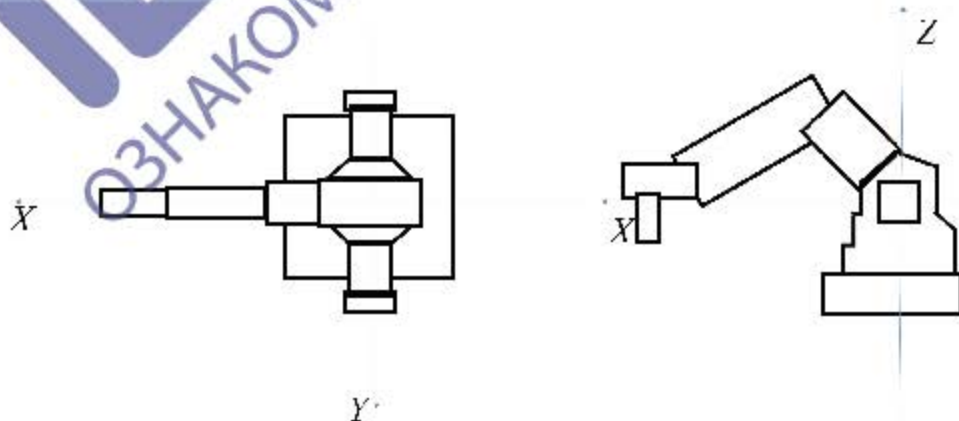


Рис. 5.7

В стартовом положении манипулятора координаты рабочего инструмента следующие:  $X = 240$ ,  $Y = 0$ ,  $Z = 60$ . 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.

### Как перемещение рабочего инструмента влияет на координаты?

Давайте представим, что перед манипулятором на красной линии, параллельной оси  $Y$ , стоит ряд из 5 деревянных кубиков: желтый — синий — синий — синий — зеленый. Манипулятор находится в стартовом положении. Габариты основания кубика = 25 x 25 мм. При этом первый кубик — желтого цвета — находится прямо под рабочим инструментом манипулятора, еще четыре: три синих и зеленый — слева от рабочего инструмента. Рядом с пятым кубиком — зеленого цвета — со стороны основания манипулятора стоит кубик красного цвета. Как определить его координаты?

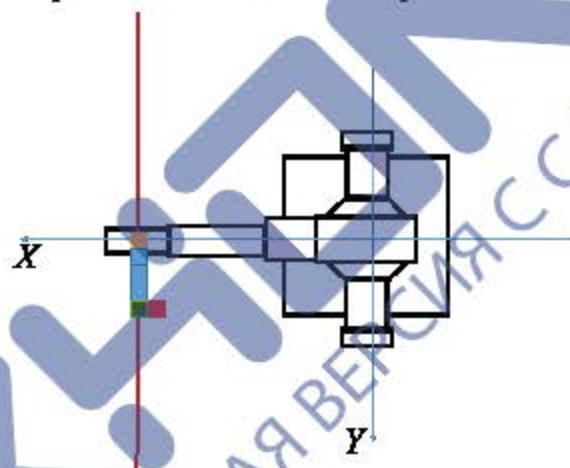


Рис. 5.8

В данном случае все кубики на красной линии имеют одинаковые координаты  $X$  и  $Z$ , но разное значение координаты  $Y$ . Для того чтобы поставить кубик на поверхность, манипулятору необходимо будет опустить рабочий инструмент на 110 мм, то есть  $Z = -50$ . Поскольку манипулятор находится в стартовом положении,  $X = 240$ . Координата  $Y$  для желтого кубика = 0. Следовательно, для каждого кубика, следующего за желтым,  $Y = +25$  мм. Определяем координаты зеленого кубика (четвертого в ряду, не считая желтый):  $X = 240$ ,  $Y = 100$ ,  $Z = -50$ . Таким же образом рассчитываем координаты красного кубика:  $X = 215$ ,  $Y = 100$ ,  $Z = -50$ . Значение координаты  $X$  уменьшается, поскольку рабочий инструмент движется по оси  $X$  в обратном направлении.

Обратите внимание, что 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.

Изменяется координата X	Изменяются углы 1, 2, 3 и 4
Изменяется координата Y	Изменяются углы 1, 2, 3 и 4
Изменяется координата Z	Изменяются углы 2 и 3

Таким образом, отслеживая на панели инструментов значения координат, ребята учатся их контролировать. В процессе у них формируется понимание того, как устроена координатная плоскость.

### Практическое задание

Дайте учащимся время поэкспериментировать с перемещением рабочего инструмента при помощи панели управления.

Подготовьте заранее и выдайте командам листы формата А4 с разметкой зон А и Б.

1. В зонах А и Б расположите клетки, выстроенные в ряд (в вертикальном порядке).
2. Размер каждой клетки = 30 x 30 мм.
3. Расстояние между зонами определяется в произвольном порядке.
4. Клетки в зонах А и Б размещены вплотную друг к другу.

Попросите разместить и закрепить при помощи скотча листы на таком расстоянии от манипулятора, чтобы все клетки попали в его рабочую зону.

**Объясните задание 1 — выставить кубики в ряд.**

1. В зону А в ближнюю к манипулятору клетку ставится красный деревянный кубик. На верхнюю клетку в зоне Б последовательно (один за другим) по мере их перемещения ставятся деревянные кубики одного цвета (не красные). Установленный в зоне Б кубик необходимо переместить манипулятором в зону А таким образом, чтобы он встал точно в отведенную для него клетку рядом с красным кубиком. Второй кубик ставится к первому, третий — ко второму и так до тех пор, пока все кубики не встанут в ряд.

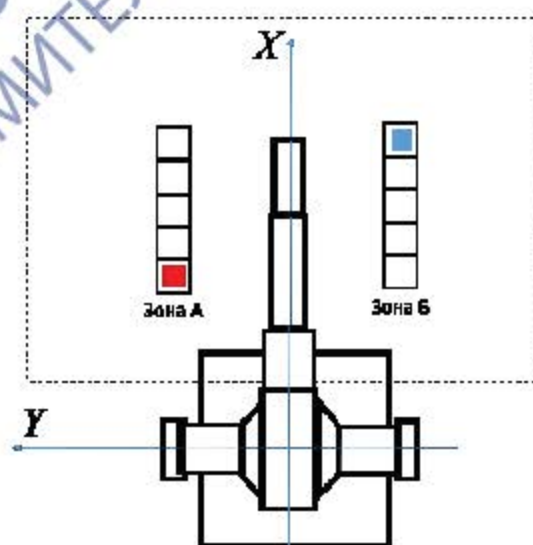


Рис. 5.9



2. Габаритные размеры основания кубика = 25 x 25 мм.
3. Кубики не должны выходить за пределы отведенных им клеток.
4. В зону Б кубики устанавливаются сами учащиеся после перемещения первого кубика на освободившуюся клетку ставится второй кубик и т. д.
5. Управление должно выполняться поочередно: каждый участник команды перемещает один кубик и уступает место за панелью управления следующему участнику.
6. Количество перемещаемых кубиков должно соответствовать количеству человек в группе.

**Предложите считать красный кубик точкой отсчета и выделите время для определения координат положения красного кубика. Предложите зафиксировать данные.**

1. Чтобы переместить рабочий инструмент манипулятора к красному кубику вручную, необходимо разблокировать шаговые двигатели, используя для этого специальную кнопку на стреле манипулятора.
2. Текущие координаты отображаются на панели управления манипулятором.

Точно так же определите положение кубика в исходной точке в зоне Б.

**Обсудите, как узнать, куда перемещать кубики из зоны Б: какие координаты останутся неизменными, а какие будут меняться и насколько.**

При перемещении кубика из зоны Б в зону А рабочий инструмент движется по оси Y. Следовательно, координата X останется неизменной, а конечной точкой движения станет координата по оси Y, равная Y красного кубика. При движении до зоны А используется значение X кубика в исходной точке зоны Б. Для захвата кубика в зоне Б  $Z = -50$ . Для перемещения кубика используйте значение  $Z = 0$ .

При движении в зоне А ориентироваться нужно на координаты красного кубика. В зоне А все кубики будут выстраиваться вверх по оси X. Следовательно для всех кубиков в зоне А неизменной будет координата Y, а X будет увеличиваться на 30 для каждого последующего кубика. Для второго не красного кубика  $X = +60$ , для третьего —  $X = +90$  и т. д. Обратите внимание, что 30 добавляется к значению X красного кубика. Значение координаты Z в момент постановки кубика =  $-50$ .

**Предложите провести командные соревнования по скоростному перемещению кубиков согласно озвученным ранее правилам.**

1. Дайте учащимся время на то, чтобы распределить между собой последовательность управления манипулятором.
2. Дождитесь сообщения о готовности всех команд, объявите начало соревнования, чтобы команды приступили к выполнению задания, и включите секундомер.

3. Запишите время, за которое каждая команда выполнила задание. Победителем считается команда, выстроившая кубики в ряд в самые короткие сроки.

Усложните задание, установив все кубики в зоне Б в ряд по линии (аналогично зоне А).

Обсудите, какие координаты останутся неизменными, какие придется корректировать и насколько.

### Что изменится в сравнении с предыдущим заданием?

В зоне Б известны координаты верхнего в ряду кубика. При захвате каждого последующего кубика значение координаты  $Y$  меняться не будет, а  $X$  будет уменьшаться на 30. Соответственно, для третьего кубика  $X = -60$ , для четвертого  $X = -90$  и т. д. Для захвата кубика в зоне Б  $Z = -50$ . Для того чтобы при перемещении кубиков из зоны Б в зону А не сбивать установленные там кубики, следует перед движением по оси  $Y$  возвращать рабочий инструмент в исходную для зоны Б точку (вверх по оси  $X$  — до значения координат верхнего в ряду кубика). Для перемещения кубика используйте значение  $Z = 0$ . Далее движение рабочего инструмента происходит так же, как в предыдущем задании: координата  $X$  меняться не будет, а конечной точкой движения станет координата по оси  $Y$ , равная  $Y$  красного кубика.

Движение в зоне А останется тем же, что и ранее.

Попросите рассчитать координаты кубиков, исходя из данных, полученных при подготовке к предыдущему заданию.

Дайте командам время, чтобы распределить между собой последовательность управления манипулятором, дождитесь сообщения о готовности всех команд, объявите начало соревнования и включите секундомер.

**Объясните задание 2 — встроить кубик в цепочку.**

1. В зону А, в ближнюю к манипулятору клетку, ставится красный деревянный кубик. На верхнюю клетку в зоне Б последовательно (один за другим) по мере их перемещения ставятся деревянные кубики одного цвета (не красные). Установленный в зоне Б кубик необходимо переместить манипулятором в зону А таким образом, чтобы он встал точно в первую клетку рядом с красным кубиком. Следующая за ним клетка должна остаться пустой. Второй кубик ставится на третью от красного кубика клетку, третий кубик — вплотную ко второму, четвертая клетка пустует и т. д. Таким образом должен образоваться ряд «два через один». Когда ряд выстроен, в зону Б помещаются красные кубики (последовательно), которые необходимо встроить в пустующие звенья выстроенной в зоне А цепи.
2. В зону Б кубики устанавливают сами учащиеся: после перемещения первого кубика на освободившуюся клетку ставится второй кубик и т. д.
3. Количество кубиков не красного цвета в зоне Б определяется педагогом самостоятельно или в ходе обсуждения правил с учащимися.

4. Кубики не должны выходить за пределы отведенных им клеток.
5. Управление должно выполняться поочередно: каждый участник команды перемещает один кубик и уступает место за панелью управления следующему участнику.

Обсудите, как рассчитать координаты для красных встраиваемых кубиков.

**Какие новые параметры необходимо учитывать при выполнении этого задания?**

При перемещении красных кубиков важно держать их на достаточной высоте, чтобы не сбить рядом стоящие кубики. Чтобы поднять кубик, необходимо задать высоту подъема захвата при перемещении больше высоты кубика:  $Z = +25$  или  $Z = +50$ . Возможно, вполне достаточно будет  $Z = 0$ .

Дайте командам время провести расчеты и распределить между собой последовательность управления манипулятором.

Дождитесь сообщения о готовности всех команд и объявите начало выполнения задания.

**Задайте учащимся ряд вопросов и обсудите ответы**

- Что такое панель управления?
- Зачем она используется и какие возможности открывает?
- Чем управление с панели отличается от управления пультом?
- Каковы преимущества и недостатки этих двух способов управления?
- Какие еще способы управления манипулятором существуют?

### Понятия и термины

**Панель управления** — это рабочий инструмент оператора, отображающий информацию и органы управления, с помощью которых оператор воздействует на управляемые объекты (процессы), их качественные либо количественные характеристики.

## 6. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ DOBOTSTUDIO. РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ МЫШЬЮ

[Интерфейс режима «Управление мышью». Управление манипулятором при помощи компьютерной мыши. Практическое задание. Понятия и термины]

### Интерфейс режима «Управление мышью»

Предложите учащимся разделиться на небольшие группы и самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе: включить ПК, запустить ПО DobotStudio и выполнить подключение манипулятора к компьютеру.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

Используйте в качестве рабочего инструмента манипулятора вакуумный захват, установленный на прошлом занятии.

Убедитесь, что в ПО верно указан тип рабочего инструмента. Если его необходимо сменить, нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна, и выберите пункт «Присоска».



Рис. 6.1

Зайдите в режим «Управление мышью» и расскажите про интерфейс управления манипулятором.

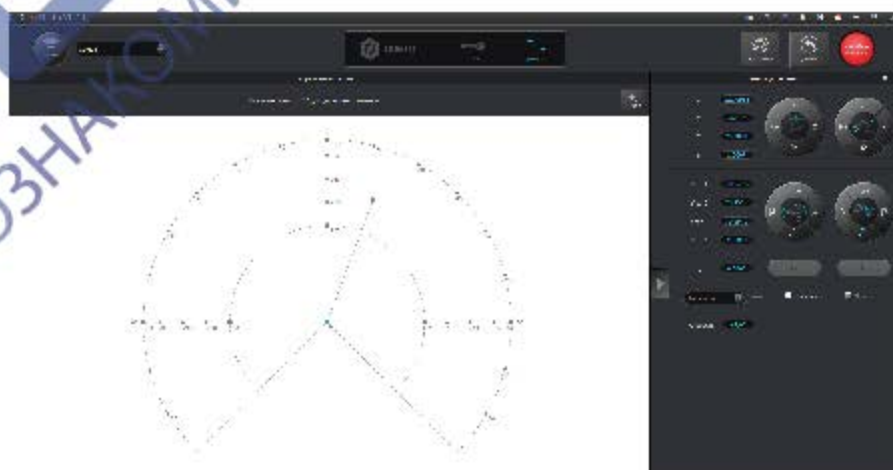


Рис. 6.2

Основной интерфейс управления манипулятором имеет вид веера, на котором рабочая зона размечена при помощи углов и расстояний.

При управлении манипулятором необходимо понимать, что положение указывается для рабочего инструмента.

В указанной зоне управление может осуществляться при помощи компьютерной мыши. При выходе за пределы рабочей зоны на манипуляторе загорится красный индикатор.

Для отслеживания координат используются данные на панели управления. Открыть скрытую панель инструментов можно при помощи стрелки, направленной влево, которая расположена в центральной правой части окна.

### **Управление манипулятором при помощи компьютерной мыши**

Режим управления при помощи компьютерной мыши представляет собой следование манипулятора за указателем мыши в режиме реального времени.

Выделите учащимся немного времени, чтобы они попробовали данный режим управления.

Для того чтобы манипулятор начал выполнять указания мыши, необходимо убедиться, что включен английский язык ввода, и однократно нажать клавишу «V» на клавиатуре. После этого манипулятор начнет следовать за перемещением курсора.

За высоту подъема захвата (перемещение по оси Z) отвечает кнопка прокрутки (центральное колесико) компьютерной мыши.

Чтобы захватить предмет, например, кубик, нужно нажать левую клавишу мыши и держать ее до того момента, пока предмет не будет перемещен в нужную точку. Если левую клавишу отпустить, воздушная помпа отключится и кубик выпадет из захвата.

Чтобы прекратить следование манипулятора за курсором, нужно вновь нажать на клавишу «V».

#### **Что дает изучение режима «Управление мышью»?**

Интерфейс управления при помощи компьютерной мыши — это проекция сферической системы координат: перед учащимися открывается вид сверху на всю рабочую зону манипулятора. Таким образом, складывается наглядное представление о сферической системе координат. При этом четко обозначены границы, за пределами которых манипулятор работать не будет. Понимание размеров зоны, доступной рабочему инструменту, развивает навык осознанного управления.

С другой стороны, при управлении компьютерной мышью можно отслеживать координаты на панели инструментов. Это способствует закреплению навыка контролируемого управления манипулятором.

## Практическое задание

Задайте учащимся ряд вопросов, выслушайте все предположения и предложите проверить их верность.

- Как определить, куда установить курсор при перемещении рабочего инструмента манипулятора?
- Что случится, если сначала переместить компьютерную мышь, а потом нажать клавишу «V»?
- Что произойдет с захваченным рабочим инструментом предметом при выходе из рабочей зоны манипулятора?

Раздайте командам приготовленные заранее наборы домино.

1. Для создания 1 комплекта костяшек домино (16 шт.) скрепите попарно при помощи скотча 32 кубика разного цвета.
2. Для каждого набора используйте кубики 4 цветов: синие — 8 шт., красные — 8 шт., желтые — 8 шт., зеленые — 8 шт.
3. Проследите, чтобы в наборе были дубли каждого цвета.
4. Соедините оставшиеся кубики так, чтобы каждая цветовая пара: синий-зеленый, синий-красный, синий-желтый, зеленый-красный, зеленый-желтый, красный-желтый — встречалась дважды.
5. Количество наборов должно соответствовать количеству манипуляторов в классе.

Предложите командам сыграть в домино и объясните задание.

1. С одной стороны от манипулятора в пределах его рабочей зоны разложены кости домино. Необходимо переместить манипулятором кости на свободную часть рабочей зоны и выстроить их в цепь таким образом, чтобы половинки одного цвета соприкасались.
2. Управление должно выполняться поочередно: каждый участник команды перемещает одну костяшку и уступает место перед монитором следующему участнику.
3. Управление выполняется в режиме «Управление мышью».
4. Нельзя разбирать построенную цепочку, чтобы поменять кости местами или заменить неудачно выложенную костяшку.
5. Победителем назначается команда, сумевшая переместить наибольшее количество костяшек домино.

Обсудите стратегию перемещения костей домино.

1. Поскольку рабочая зона манипулятора ограничена, нежелательно выстраивать костяшки в прямую линию.
2. Первую костяшку желательно поставить в дальнюю (верхнюю или нижнюю) точку свободной рабочей зоны манипулятора.
3. Перемещать первыми предпочтительно костяшки, лежащие со стороны свободного места рабочей зоны манипулятора. Это позволит увеличить поле для размещения костяшек.

4. При перемещении костяшек желательнее отслеживать количество и соотношение оставшихся цветов, чтобы костяшки не остались неиспользованными.

Дайте учащимся время на то, чтобы договориться о применяемой тактике и распределить между собой последовательность управления манипулятором, дождитесь сообщения о готовности всех команд и объявите начало игры.

Дождитесь завершения игры и дайте задание по скоростному перемещению костяшек домино.

1. Перед манипулятором разложены костяшки домино. Необходимо выставить их по границе рабочей зоны манипулятора таким образом, чтобы образовалась непрерывная линия, очерчивающая пределы рабочей зоны.
2. Управление должно выполняться поочередно: каждый участник команды перемещает одну костяшку и уступает место перед монитором следующему участнику.
3. Управление выполняется в режиме «Управление мышью».
4. Победителем считается команда, очертившая границу в самые короткие сроки.

Дайте учащимся время на то, чтобы распределить между собой последовательность управления манипулятором, и дождитесь сообщения о готовности всех команд.

Объявите начало соревнования, чтобы команды приступили к выполнению задания, включите секундомер и запишите время, за которое каждая команда выполнит задание.

Обсудите с учащимися, какие преимущества и недостатки имеет способ управления манипулятором при помощи компьютерной мыши.

### Понятия и термины

**Интерфейс** — это совокупность средств, методов и правил взаимодействия (управления, контроля и т. д.) между человеком и компьютерной системой.

**Тактика** — это инструмент реализации стратегии, имеющий определенную, более близкую и точную цель и решающий одну из задач, необходимых для достижения нужного результата.

**Стратегия** — это примерный план, направление действий.

## 7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ DOBOTSTUDIO. ГРАФИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

[Установка захвата для пишущего инструмента. Регулировка положения кончика пишущего инструмента. Интерфейс графического режима. Письмо и рисование с использованием шаблонов. Рисование импортированного изображения. Практическое задание. Понятия и термины]

### Установка захвата для пишущего инструмента

Захват для пишущего инструмента представляет собой металлический цилиндр с отверстием для ручки, карандаша, фломастера или другого пишущего инструмента с диаметром не более 10 мм. В комплекте Dobot Magician в захвате изначально установлена черная ручка. Для того чтобы сменить пишущий инструмент, нужно открутить 4 крепежных винта, сменить пишущий инструмент и вновь закрутить винты, как указано на изображении.

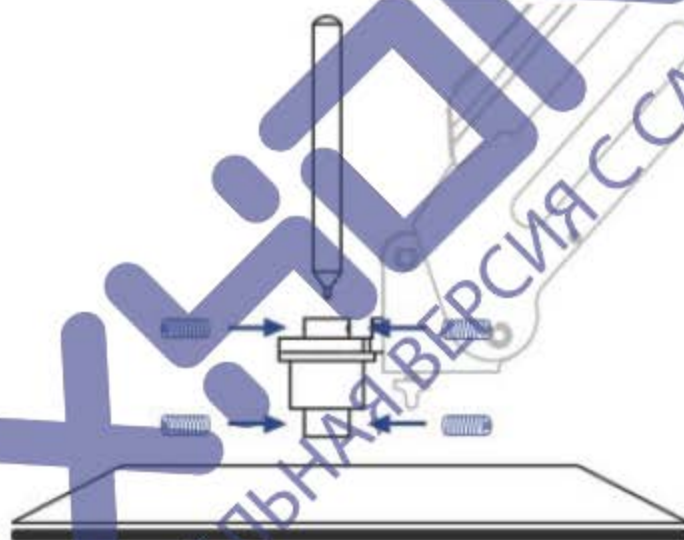


Рис. 7.1

Предложите учащимся разделиться на небольшие группы и самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе: включить ПК, запустить ПО DobotStudio и выполнить подключение манипулятора к компьютеру.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

Установите захват на манипуляторе, используя винт-бабочку на площадке для крепления рабочего инструмента.

Смените тип рабочего инструмента: нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна, и выберите пункт «Ручка».

Зайдите в режим управления «Графический режим» и отрегулируйте положение пишущего инструмента.



## Регулировка положения кончика пишущего инструмента

Внутри захвата для пишущего инструмента расположена пружина для обеспечения оптимального прижимного усилия. Оптимальным является такое положение пишущего инструмента, при котором его кончик немного касается листа бумаги. В ином случае движения манипулятора могут быть ограничены. Для достижения оптимального усилия необходимо не один раз регулировать высоту установки.

1. Установите манипулятор в исходное положение при помощи кнопки «Домой».
2. Используйте перемещение манипулятора по оси Z для определения оптимального положения пишущего инструмента.
3. Нажмите кнопку «Авто Z», расположенную над окном с рабочей зоной манипулятора. Значение высоты будет сохранено и будет использоваться при запуске письма или рисования.

Сохраненное значение высоты Z можно найти в меню «Настройки», пункт «Графический режим». Там же указаны более подробные настройки, такие как величина ускорения, скорость, подъем и опускание пишущего инструмента и другие.

## Интерфейс графического режима

Основной интерфейс в графическом режиме схож с интерфейсом управления при помощи компьютерной мыши: он также имеет вид веера, на котором рабочая зона размечена при помощи углов и расстояний.

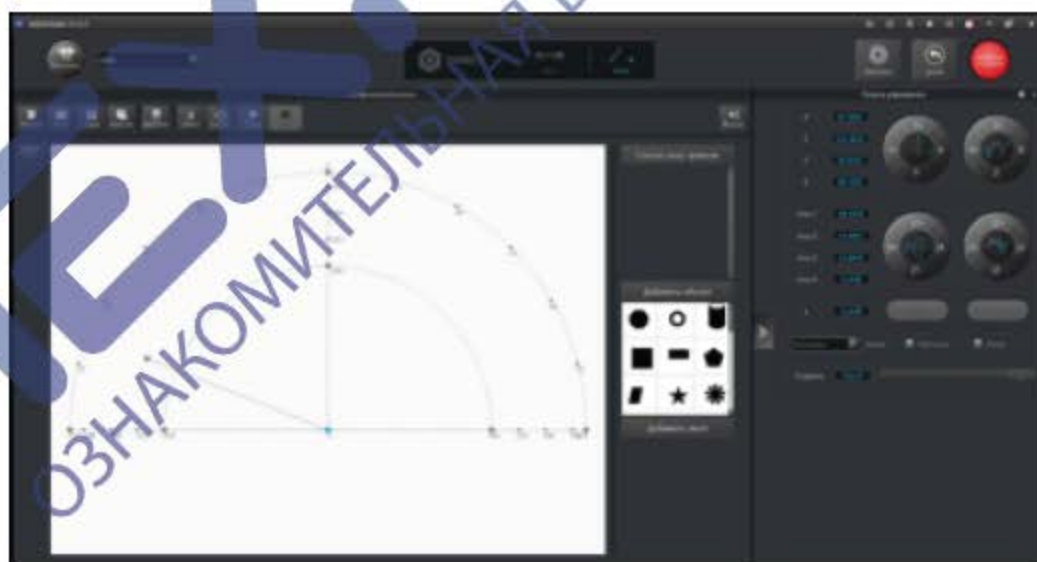


Рис. 7.2

Однако в графическом режиме рабочая зона имеет меньший размер и расположена между двух дуг с диаметрами 200 мм и 315 мм. В случае если изображение или текст выходят за пределы рабочей зоны, изображение будет иметь красный цвет вместо синего.

## Письмо и рисование с использованием шаблонов

Продемонстрируйте учащимся процесс выполнения рисунка и текста с использованием шаблона.

1. ПО DobotStudio имеет собственную библиотеку простых изображений, готовых к рисованию. Чтобы открыть ее, нажмите «Добавить объект» в центральной части окна ПО.



Рис. 7.3

2. Нажмите на понравившееся изображение один раз, и оно появится в рабочей области манипулятора.
3. С размещенным в рабочей области изображением можно провести ряд манипуляций: изменить масштаб, отразить его относительно вертикальной и горизонтальной осей, повернуть на 90 градусов.
4. Помимо изображений графический режим позволяет написать текст с использованием различных стилей. Для этого в центральной части окна ПО нажмите «Добавить текст» и введите текст в открывшемся поле.

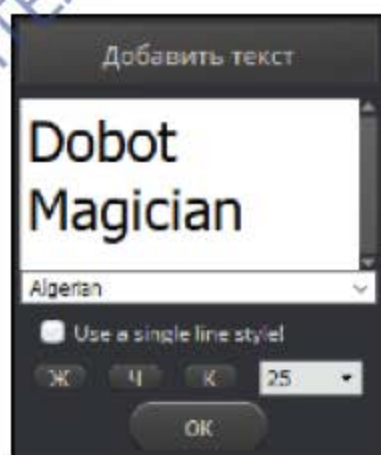


Рис. 7.4

5. Нажмите кнопку «OK», и текст отразится в рабочей зоне манипулятора.

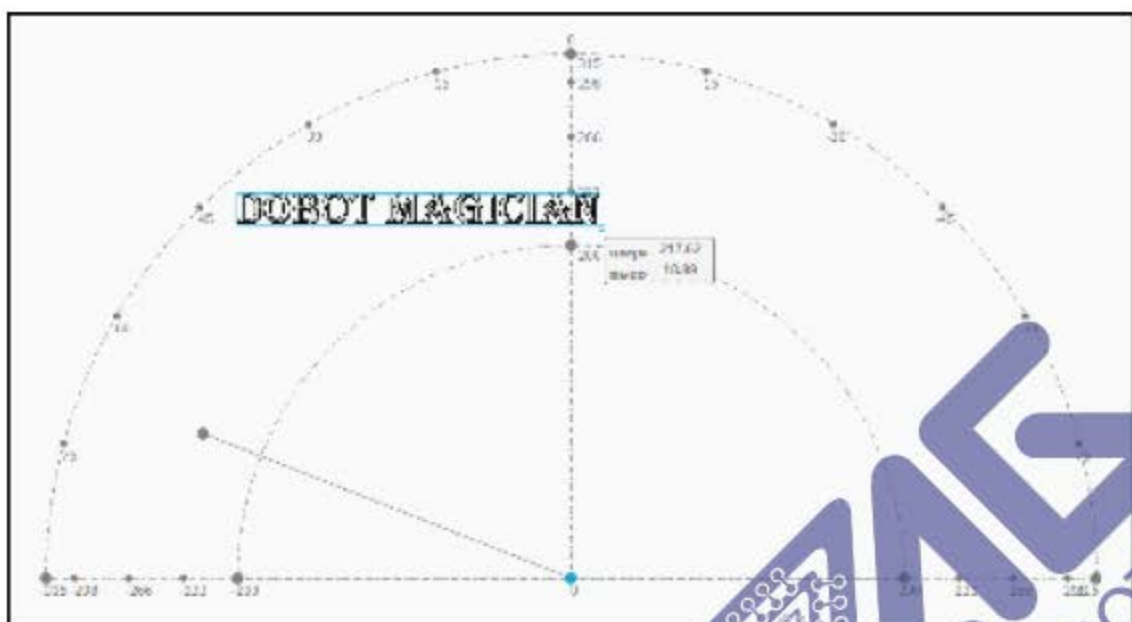


Рис. 7.5

6. Размещенные в рабочей зоне манипулятора надписи также можно перемещать, масштабировать и разворачивать.

Для того чтобы понять, как лучше расположить лист, на котором будет выполнен рисунок, нажмите на кнопку «Синхр», расположенную над окном с рабочей зоной манипулятора, — манипулятор автоматически переместит пишущий инструмент в начальную точку рисунка или текста. Для достижения лучшего результата закрепите лист при помощи малярного (бумажного) скотча.

Для запуска рабочего инструмента используется кнопка «Старт». Для остановки — «Стоп».

Предложите учащимся поэкспериментировать с созданием надписей и размещением рисунков из встроенной библиотеки в рабочей зоне манипулятора.

### Рисование импортированного изображения

Графический режим позволяет импортировать (добавить) свои изображения в ПО DobotStudio и выполнять их рисунки при помощи манипулятора.

**Продемонстрируйте учащимся процесс загрузки нового изображения.**

1. Нажмите кнопку «Откр», расположенную над окном с рабочей зоной манипулятора, и выберите файл изображения в папке на компьютере. ПО имеет встроенный конвертер файлов, поэтому распознает все часто используемые типы файлов изображений.
2. После выбора файла появится окно конвертера файлов. Выберите в нем уровень контрастности конечного изображения и нажмите «Конвертировать в SVG».
3. Нажмите «Готово» — и изображение появится в рабочей зоне манипулятора.

## Практическое задание

Попросите учащихся убедиться, что манипулятор готов к работе в графическом режиме, и отрегулировать положение пишущего инструмента.

Выделите немного времени, чтобы учащиеся могли оптимально расположить и закрепить бумажные листы формата А4 в рабочей зоне пишущего инструмента манипулятора.

**Предложите ребятам написать свои полные имена на листах при помощи манипулятора тремя разными способами:**

- в горизонтальной плоскости;
- в вертикальной плоскости;
- по дуге нижней границы рабочей зоны манипулятора.

Если изображения перекрывают друг друга, можно для каждого способа использовать чистый лист бумаги.

После того как ребята освоили написание текста, предложите им свободное пространство на листах бумаги заполнить рисунками из встроенной библиотеки. Попросите их поэкспериментировать с масштабированием и разворотом фигур, чтобы ни один рисунок не был использован в первоначальном виде.

Поручите учащимся найти и выбрать черно-белое изображение в интернете (или заранее подготовленном вами наборе изображений), импортировать его в ПО и нарисовать при помощи манипулятора.

**Задайте учащимся ряд вопросов и обсудите полученные ответы.**

- Какие еще пишущие инструменты помимо ручки можно использовать для письма и рисования при помощи манипулятора?
- Каковы принципиальные отличия между написанием и рисованием рукой человека и манипулятором?
- Может ли манипулятор повторить текст, написанный в тетради? Каким образом?
- Какой тип компьютерной графики используется в графическом режиме: растровая или векторная?

## Понятия и термины

**Векторная графика** — это способ представления объектов и изображений в компьютерной графике, основанный на использовании элементарных геометрических объектов (таких как точки, линии, сплайны и многоугольники) и позволяющий масштабировать изображения без потери качества.

**Растровая графика** — это графическое изображение на компьютере или в другом цифровом виде, состоящее из массива сетки пикселей, или точек различных цветов, которые имеют одинаковый размер и форму.

## 8. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ DOBOTSTUDIO. ЛАЗЕРНАЯ ГРАВИРОВКА

[Лазерная гравировка: назначение, особенности и принцип работы. Техника безопасности при работе с лазером. Установка лазерного гравера и настройка лазерного луча. Управление процессом лазерной гравировки. Практическое задание. Понятия и термины]

### Лазерная гравировка: назначение, особенности и принцип работы

Гравировальное мастерство считается одним из самых древних методов отделки материалов. По сути, наскальные рисунки и иероглифы пещерных людей были ничем иным, как гравировкой.

В настоящее время используется три основных типа гравировки: ручная, механическая и лазерная.

Задайте учащимся ряд вопросов и обсудите полученные ответы.

- Что такое лазер и как формируется лазерный луч?
- Каков принцип действия лазерного гравера?
- В чем особенности и преимущества лазерной гравировки?

В процессе лазерной гравировки материал в результате попадания лазерного луча нагревается. В зависимости от времени воздействия луча с верхним слоем (или слоями) материала происходят разные процессы: изменяется цвет и появляется контрастность, или же он испаряется или выжигается, за счет чего на поверхности материала возникают углубления, сочетания которых дают необходимое изображение или надпись.

При помощи лазера можно выполнять гравировку практически любого дизайна на самых разных материалах, 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.

### Техника безопасности при работе с лазером

Обсудите с учащимися требования безопасности при работе 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.

## Установка лазерного гравера и настройка лазерного луча

Продемонстрируйте учащимся способ установки лазерного гравера на Dobot Magician.

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.

**Важно!** При подключении лазерного гравера к манипулятору Dobot Magician должен быть отключен от сети.

Предложите учащимся разделиться на небольшие группы и самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе: установить лазерный гравер, включить ПК, запустить ПО DobotStudio и выполнить подключение манипулятора к компьютеру.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

Смените тип рабочего инструмента: нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна, и выберите пункт «Лазер».

Установите манипулятор в исходное положение при помощи кнопки «Домой».

Откройте панель управления, поставьте галочку в окошке рабочего инструмента «Лазер» и проведите настройку фокуса рабочего инструмента.

Оптимальной фокусировкой является такое положение лазера, при котором видимая точка на обрабатываемой поверхности имеет минимальный размер из возможных.

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

1. Используйте перемещение манипулятора по оси Z 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.

От мощности лазера напрямую зависит глубина гравировки обрабатываемого изделия. 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.

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 и будет использоваться при запуске режима лазерной гравировки.

### Управление процессом лазерной гравировки

Зайдите в интерфейс режима «Лазерная гравировка» и расскажите о его возможностях. Интерфейс режима «Лазерная гравировка» аналогичен интерфейсу графического режима. Основное отличие заключается в том, что режим лазерной гравировки работает с растровой картинкой. Поэтому в нем нет встроенной библиотеки и текстовых шаблонов.

Растровый механизм предусматривает создание графического образа с помощью точек и пикселей высокой разрешающей способности.

#### Каким образом это происходит?

При помощи изменения мощности лазерного луча. В режиме лазерной гравировки интенсивность луча зависит от яркости точек, из которых состоит изображение. Благодаря этому становится возможным сделать монохромный рисунок разной тональности, изменить рельеф, структурировать поверхность материала.

Растровая гравировка прекрасно справляется с такими задачами, как печать букв с заливкой, изображений или штампов. Однако если требуется гравировка тонких линий, целесообразнее применять векторную гравировку, в основе которой лежит поочередное отображение на поверхности изделия штрихов, линий, кривых. Иными словами, лазер при векторной гравировке исполняет те же функции, что и пишущий инструмент, поэтому и управление лазерным гравером в этом функционале происходит в графическом режиме.

Поскольку в режиме лазерной гравировки нет своей библиотеки, все изображения необходимо импортировать в ПО DobotStudio из интернета или сохраненных на компьютере папок.

1. Нажмите кнопку «Откр», расположенную над окном с рабочей зоной манипулятора.
2. Выберите файл в формате BMP, JPEG или PNG — изображение появится в рабочей зоне манипулятора.

**Установите диапазон оттенков серого цвета, диапазон мощности лазера и рамку в специальных графах над окном с рабочей зоной манипулятора.**

Параметр	Описание
Оттенки цвета	Возможный диапазон: 0–255 Значение по умолчанию: 20–240
Мощность лазера	Возможный диапазон: 2–100 Значение по умолчанию: 20–90
Рамка (ширина границы)	Единица измерения: пиксель Возможный диапазон: 0–50 Значение по умолчанию: 4

**Установите параметры лазерной гравировки. Для этого нажмите кнопку «Настройки» на странице режима «Лазерная гравировка».**

1. Установите угловую скорость, линейное ускорение и ускорение (например, все = 5,0000).
2. DPI — количество точек (пикселей) на дюйм — оставьте по умолчанию. Чем выше количество точек, тем более четкой будет картинка, но тем больше времени лазеру потребуется на выполнение картины. Этот параметр напрямую зависит от качества загруженного изображения и автоматически изменяется при увеличении/уменьшении изображения в рабочей зоне манипулятора.
3. Если необходимо, отрегулируйте значение оси Z (параметр «Pen-Down»). По умолчанию  $Z = -10,0000$ .

Нажмите кнопку «Синхр» — манипулятор автоматически переместит лазер в рабочее положение — выше положения начальной точки лазерной гравировки.

Начните гравировку (кнопка «Старт»).

Чтобы приостановить гравировку, используйте кнопку «Пауза». Для остановки — «Стоп».

### Практическое задание

**Задайте учащимся ряд вопросов и обсудите ответы.**

- Какие области применения лазерной гравировки вам известны?



- Каковы преимущества лазерной гравировки по сравнению с ручной и механической?
- Чем отличаются виды лазерной обработки: гравировка, маркировка, резка?
- В чем отличия растровой гравировки от векторной?

**Предложите учащимся провести работу по подготовке и исполнению лазерной гравировки изображений с разным уровнем детализации. Обсудите этапы выполнения задания.**

1. Напечатать изображение со слабой детализацией (например, эмблему или логотип).
  - 1.1. Настроить лазер таким образом, чтобы можно было осуществить гравировку на обложке рабочей тетради или листе формата А4.
  - 1.2. Найти и загрузить картинку в ПО.
  - 1.3. Настроить параметры лазерной гравировки.
  - 1.4. Расположить изображение в рабочей зоне манипулятора.
  - 1.5. Напечатать изображение.
2. Напечатать изображение со сложной проработкой (например, фотографию).
  - 2.1. Найти и загрузить картинку в ПО.
  - 2.2. Настроить фокус лазерного луча для работы на листе формата А4.
  - 2.3. Подкорректировать параметры лазерной гравировки.
  - 2.4. Расположить изображение в рабочей зоне манипулятора.
  - 2.5. Напечатать изображение.

Спросите, каким образом настройки лазерной гравировки влияют на качество исполнения и какие параметры пришлось менять в ходе выполнения задания.

Обсудите, какие параметры настройки лазерного луча необходимо изменить, чтобы вместо лазерной гравировки получилась лазерная резка.

### Понятия и термины

**Векторная гравировка** — это способ гравировки графического изображения, состоящего из кривых и линий, при котором лазер чертит и одновременно гравировает поочередно, «вектор за вектором» все элементы.

**Лазер** — это устройство, создающее узкий пучок интенсивного света.

**Лазерная гравировка** — это метод нанесения изображения на какое-либо изделие с помощью сфокусированного лазерного луча.

**Лазерная маркировка** — это процесс нанесения надписей на изделия и материалы лазерным лучом.

**Лазерная резка** — это процесс термического разделения материала при помощи лазерного луча.

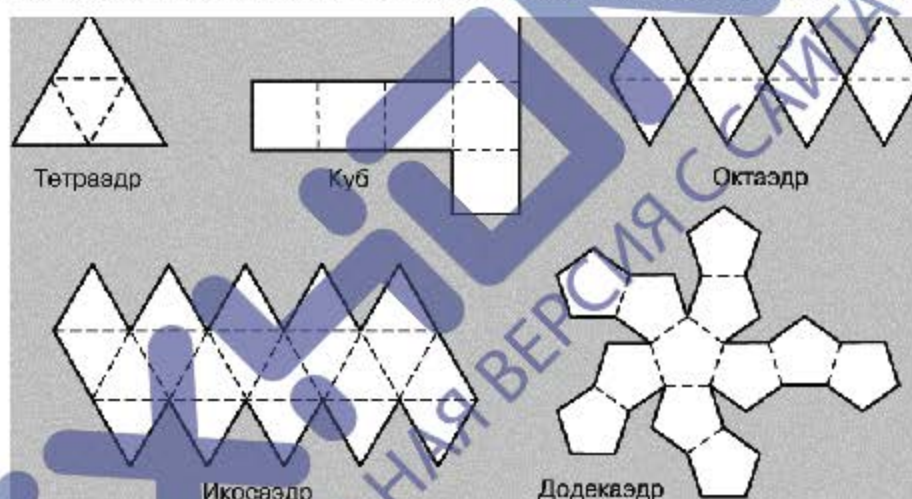
**Растровая гравировка** — это способ лазерной гравировки, при котором графическая конструкция из пикселей гравировается линия за линией, точка за точкой.

## 9. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ РАЗВЕРТКИ. ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА В ПО DOBOTSTUDIO

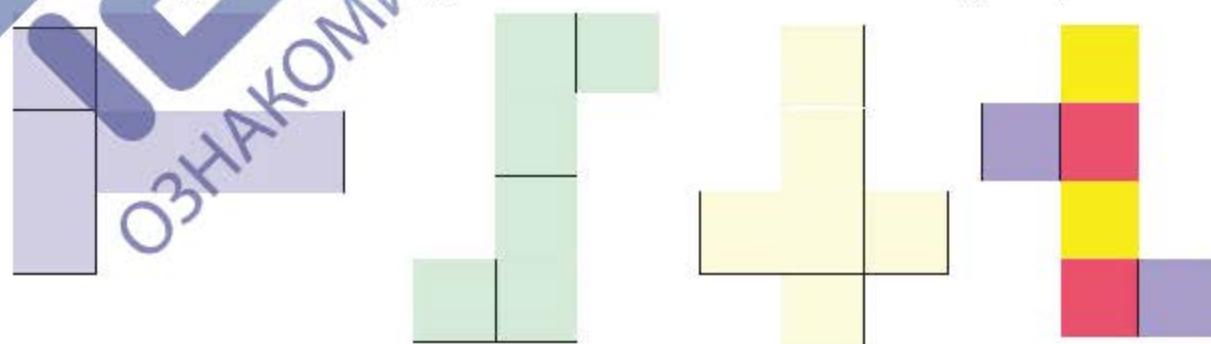
[Развертки поверхностей геометрических тел: построение и сфера их применения. Лазерная резка: специфика и преимущества. Управление процессом лазерной резки в графическом режиме ПО DobotStudio. Практическое задание. Понятия и термины]

### Развертки поверхностей геометрических тел: построение и сфера их применения

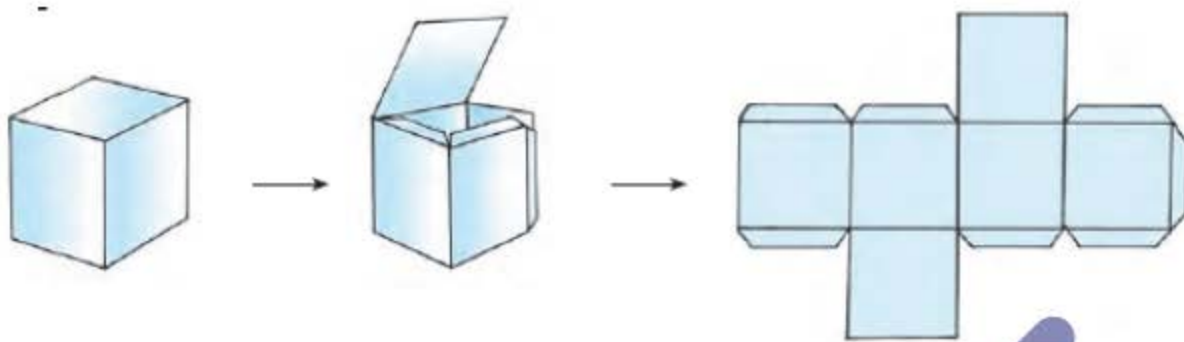
Разверткой поверхности геометрического тела называется перенос без искажения всех его граней в одну плоскость. В результате построения развертки получается плоская фигура, в которой все грани сохраняют свою форму, натуральные размеры и последовательность расположения.



Иными словами, развертка — это способ развернуть геометрическое тело на плоскости путем проведения разрезов по нескольким ребрам (граням). При этом одна и та же фигура может иметь несколько типов развертки.



Двухмерная фигура в геометрической развертке при сложении по ребрам превращается в трехмерную модель. Для удобства скрепления модели развертку рекомендуется изготавливать с клапанами, по которым будет производиться склейка.



1. Предложите учащимся разделиться на небольшие группы, раздайте им бумагу, ножницы и клей. Покажите деревянный кубик и попросите сделать его модель из бумаги. Дайте 5 минут на то, чтобы обсудить технологию создания модели, и 10–15 минут на процесс сборки и склейки.
2. Узнайте, у всех ли получилось выполнить задание. Попросите каждую группу продемонстрировать созданную модель и рассказать, каким образом были перенесены все грани кубика на бумагу и с какими сложностями столкнулись ребята в ходе работы.
3. Обсудите, как проще нарисовать чертеж (6 отдельных квадратов или цельную геометрическую развертку), какие детали (квадраты поштучно или развертку) легче сложить в готовую модель и какие нюансы необходимо учесть для успешной сборки модели (клапаны для склейки).
4. Спросите учащихся, когда, по их мнению, в обыденной жизни, на производстве или в строительстве нам приходится иметь дело с развертками поверхностей?

Создание футляра для книги или чехла для автомобиля, крышки для колеса велосипеда или ограждения станка, даже каркасное строительство дома требует умения строить развертки поверхностей призмы, шара и других геометрических тел.

Для одних тел развертки могут быть точными, для других — приближенными. Точные развертки имеют, например, все многогранники, цилиндрические и конические поверхности. Приближенные — такие тела вращения, как шар, тор и другие поверхности вращения с криволинейной образующей.

### Как строить геометрические развертки?

При построении разверток многогранников необходимо находить действительную величину ребер и граней этих многогранников с помощью вращения или перемены плоскостей проекций. При построении приближенных разверток — заменять участки неразвертывающихся поверхностей близкими к ним по форме развертывающимися поверхностями.

При добавлении на рисунок развертки клапанов для склейки следует помнить, что на каждые две грани должен приходиться один клапан.

## Где рисовать развертки?

Для этой цели подходит любой графический редактор, в том числе бесплатный. Поскольку для сборки модели нарисованную развертку нужно будет вырезать, лучше сразу создавать ее в векторном формате.

## Лазерная резка: специфика и преимущества

Лазерная резка — это технология резки и раскроя материалов, при которой материал в зоне реза нагревается, а затем разрушается при помощи лазера.

### Преимущества лазерной резки:

- возможность работы с хрупкими и легкодеформируемыми материалами за счет бесконтактного принципа работы;
- высокая точность работы при достаточной скорости резки;
- возможность изготовления изделий с любой конфигурацией;
- экономный расход материала за счет более плотной раскладки деталей.

## Управление процессом лазерной резки в графическом режиме ПО DobotStudio

5. Повторите с учащимися требования безопасности при работе с лазерным гравером.
6. Поручите командам самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе: установить лазерный гравер, включить ПК, запустить ПО DobotStudio, выполнить подключение манипулятора к компьютеру и настроить фокус лазерного луча.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

**Важно!** Все работы с лазерным гравером должны проводиться с использованием защитных очков.

7. Обсудите, какие параметры настройки лазерного луча необходимо учесть для проведения лазерной резки бумаги.

Для того чтобы лазерный гравер резал, а не рисовал, необходимо задать минимальную скорость передвижения лазерной насадки. Чем ниже скорость, тем дольше лазер находится в одной точке, тем глубже луч проникает в материал.

Поскольку при лазерной резке интенсивность луча остается неизменной, а движения выполняются по контуру, манипулятор будет работать в режиме векторной гравировки, то есть в графическом режиме. (Напомним, что режим управления «Лазерная гравировка» работает только с растровым изображением.)

8. Откройте режим управления «Графический режим».
9. Убедитесь, что выбран верный рабочий инструмент — «Лазер».
10. Настройте скорость перемещения лазерной насадки в окне «Настройки графического режима»: задайте минимальное значение для параметров «Скорость», «Угловая скорость» и «Ускорение».

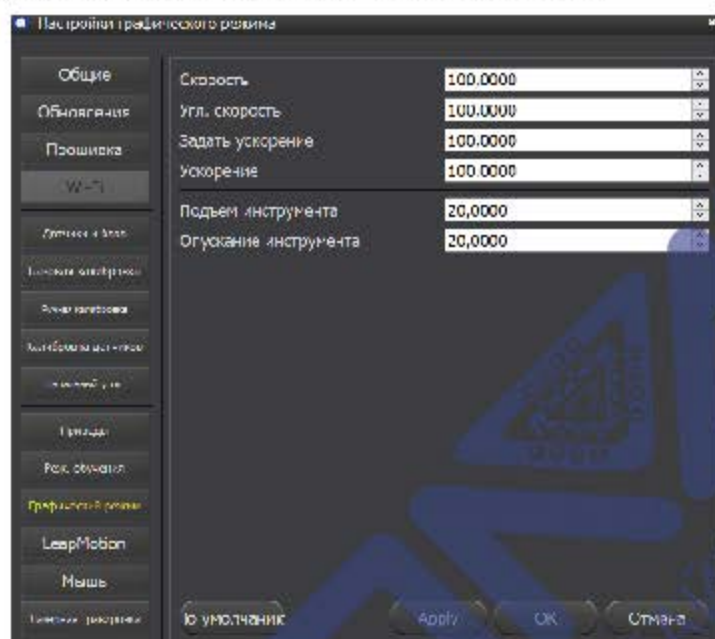


Рис. 9.1

**Загрузите (импортируйте) изображение развертки поверхности куба.**

1. Нажмите кнопку «Откр», расположенную над окном с рабочей зоной манипулятора, и выберите файл изображения в папке на компьютере.
2. После выбора файла появится окно конвертера файлов. Выберите в нем уровень контрастности конечного изображения и нажмите «Конвертировать в SVG».
3. Нажмите «Готово» — и изображение появится в рабочей зоне манипулятора.

Используйте возможности масштабирования и разворота фигур, чтобы расположить развертку в рабочей зоне.

Запустите лазерную резку при помощи кнопки «Старт». Отключить работу лазера можно нажатием кнопки «Стоп».

### Практическое задание

Предложите учащимся вновь нарисовать геометрическую развертку куба, вырезать ее при помощи лазерного гравера и собрать модель.

**Попросите вырезать из листа формата А4 как можно больше разверток.**

1. Развертки необходимо размещать максимально компактно.
2. Размеры разверток должны соответствовать реальным параметрам кубика.

3. Необходимо соотнести параметры листа бумаги и рабочей зоны манипулятора, чтобы понимать, нужно ли лист перемещать в процессе резки.

**Предложите ребятам сконструировать и собрать макет многоэтажного дома из картона (построить макет картонного поселка).**

1. Количество этажей в доме (количество построек в поселке) должно соответствовать количеству рабочих групп в классе.
2. Группам необходимо договориться о масштабах возводимого сооружения и архитектурных решениях (стиль, рельеф и дизайн фасада, например окна, балконы, лоджии, наличие узоров и т. д.).
3. Каждая группа самостоятельно продумывает и создает геометрическую развертку своего этажа (постройки) с учетом следующих параметров:
  - масштаб сооружения;
  - количество дополнительных элементов, таких как окна, балконы, узоры и т. д.;
  - наличие клапанов для сборки внутри своего проекта;
  - наличие клапанов для крепления с нижними/верхними этажами;
  - единство стиля и архитектуры
4. Каждая группа самостоятельно вырезает при помощи лазерного гравера свою развертку и собирает ее, скрепляя при помощи клея.
5. Если в ходе обсуждения было принято решение об украшении фасада какими-либо узорами, рисунки наносятся в режиме лазерной гравировки.
6. Все полученные элементы дома (поселка) собираются в единую конструкцию при помощи клея.

Обсудите с учащимися, в чем особенность рассматриваемого вида лазерной обработки материалов и каковы преимущества данной технологии перед другими способами резки.

### **Понятия и термины**

**Развертка (геометрическая развертка)** — это развернутая на плоскости поверхность геометрического тела.

## 10. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ DOBOT MAGICIAN ПО РЕЛЬСУ

[Модуль «Рельс» и его назначение. Подключение рельса к Dobot Magician. Крепление воздушной помпы и подключение вакуумного захвата. Перемещение манипулятора по рельсу при помощи панели управления. Практическое задание. Понятия и термины]

### Модуль «Рельс» и его назначение

Обсудите с учащимися, что такое рельс, где в реальной жизни он применяется, каково его назначение и какие задачи он помогает решать.

Рельс представляет собой стальной узкий брус, образующий гладкую непрерывную поверхность для линейного передвижения. Основное преимущество перемещения по рельсам заключается в отсутствии отклонения с заданной траектории движения, а следовательно, в точности перемещения. Помимо этого, рельс обеспечивает определенную плавность хода, поскольку в наземном положении компенсирует возможные неровности рельефа, а в подвесном — гарантирует их отсутствие.

#### Какие возможности модуль «Рельс» открывает перед Dobot Magician?

Модуль «Рельс» позволяет значительно увеличить рабочую зону манипулятора посредством его перемещения в пространстве. Таким образом, в зону, доступную для его действий, попадают предметы, находящиеся на удалении.

Рельс способен перемещать Dobot Magician только линейно. Это означает, что в декартовой системе координат расширяется ось Y. В сферической — сфера, точки которой находятся в рабочей зоне инструмента, растягивается. Как это выглядит? Так, словно круглый воздушный шарик стал выпянутым. В графическом режиме управления, соответственно, рабочая зона манипулятора приобретает другой вид: не веер, а прямоугольник.

#### Основные рабочие характеристики модуля отражены в таблице:

Параметры	Возможности
Максимальная полезная нагрузка	5 кг
Максимальное расстояние	1000 мм
Максимальная скорость	150 мм/с
Максимальное ускорение	150 мм/с <sup>2</sup>
Абсолютная точность позиционирования	0,25 мм

## Подключение рельса к Dobot Magician

Продемонстрируйте учащимся модуль «Рельс» и объясните назначение каждого элемента.

В комплект с модулем входят: набор шестигранных ключей (1), болты для крепления (2), крепежная пластина для основания манипулятора (3), площадка для воздушной помпы (4) и, собственно, сам рельс — направляющая с шаговым двигателем (5), к которому крепится шина с проводами.

Проследите, чтобы рельс стоял на ровной устойчивой горизонтальной поверхности и с обеих сторон от него было свободное пространство.

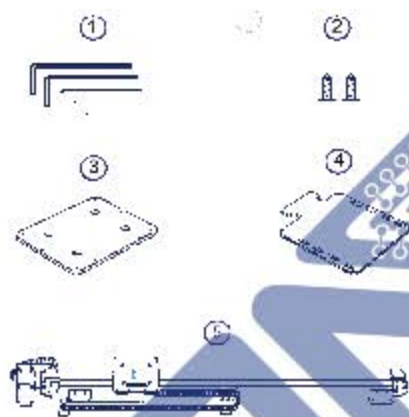


Рис. 10.1

**Установите Dobot Magician на рельс и подключите модуль.**

1. Прикрутите при помощи болтов специальную крепежную пластину к основанию манипулятора.
2. Поместите манипулятор на рельс таким образом, чтобы пластина на основании манипулятора и специальная подвижная база на рельсе совпали, и скрепите их при помощи болтов.

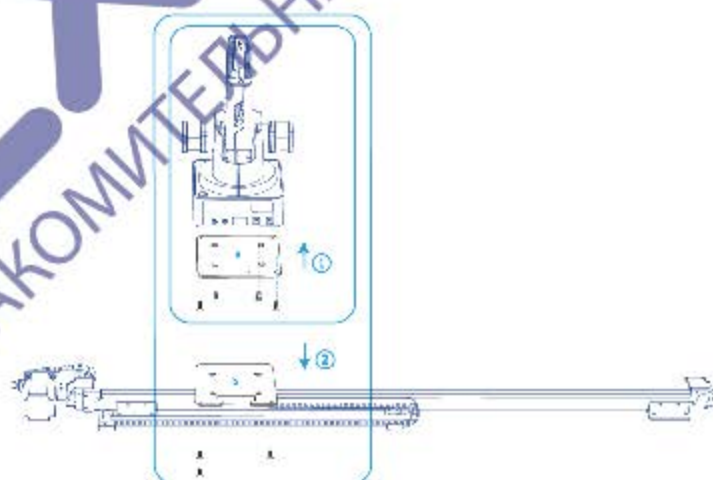


Рис. 10.2

**Важно!** Разъемы портов на основании манипулятора и шина с проводами должны находиться с одной стороны от рельса. Это позволит избежать повреждения проводов и не даст им мешать работе манипулятора.



3. Подключите провода в соответствующие разъемы на основании манипулятора.

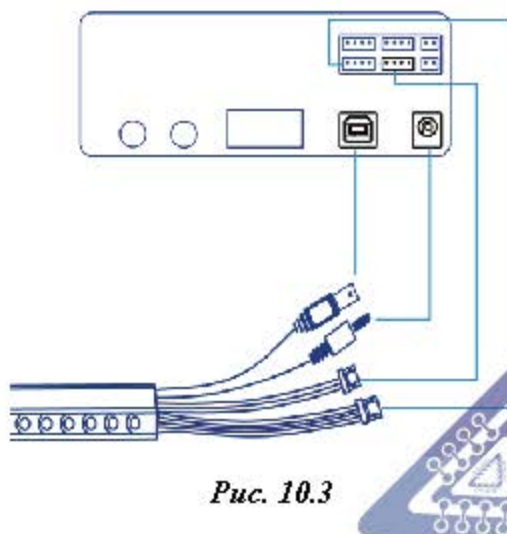


Рис. 10.3

**Важно!** При подключении рельса к манипулятору Dobot Magician должен быть отключен от сети.

Предложите учащимся разделиться на небольшие группы, повторить действия и выполнить установку самостоятельно.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

### Крепление воздушной помпы и подключение вакуумного захвата

Продемонстрируйте учащимся способ крепления воздушной помпы к манипулятору, стоящему на рельсе.

1. Прикрепите площадку для воздушной помпы к крепежной пластине на основании манипулятора с помощью двух винтов с шестигранной головкой.
2. Установите воздушный насос на площадку и зафиксируйте его при помощи пластиковых хомутов-стяжек.

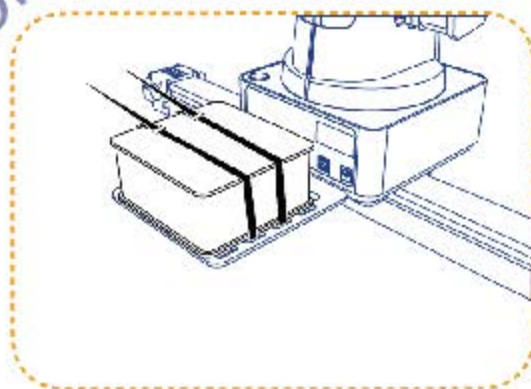


Рис. 10.4

3. Подключите провод питания SW1 и провод управления GP1 к воздушной помпе и в соответствующие разъемы SW1 и GP1 на основании манипулятора.

Закрепите вакуумный захват на площадке для рабочего инструмента при помощи винта-бабочки.

Присоедините воздушную трубку воздушной помпы к штуцеру на вакуумном захвате и подключите сервопривод вакуумного захвата при помощи провода GP3 в соответствующий разъем на стреле манипулятора.

**Важно!** В момент подключения воздушной помпы и вакуумного захвата к манипулятору Dobot Magician должен быть отключен от сети. Напомните учащимся, что провода и воздушная трубка требуют бережного обращения.

Предложите учащимся повторить действия и выполнить установку самостоятельно.

### Перемещение манипулятора по рельсу при помощи панели управления

Попросите учащихся разделиться на небольшие группы и самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе: включить ПК, запустить ПО DobotStudio, выполнить подключение манипулятора к компьютеру.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

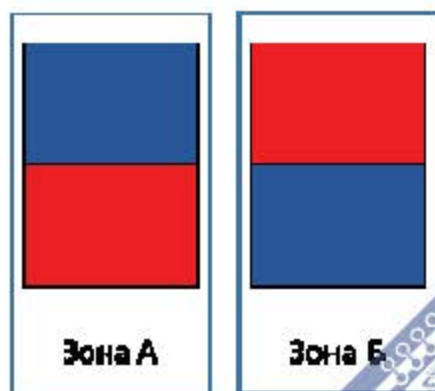
Включите модуль «Рельс», нажав на соответствующее изображение в верхней центральной части окна ПО.

#### Расскажите учащимся, как управлять перемещением манипулятора по рельсу.

1. Чтобы заставить манипулятор двигаться по рельсу влево или вправо, нажмите кнопки «L+», «L-» на панели управления в ПО.
2. Нажмите кнопку «Домой» в правом верхнем углу интерфейса ПО: скользящий блок переместится в свою стартовую позицию, а манипулятор возвратится к своему исходному положению.
3. Скорость перемещения манипулятора по рельсу регулируется в центральной верхней части окна ПО («Скорость», «Ускорение») или в меню «Настройки» (вкладка «Режим обучения», «Приводы», пункты «Скорость по L» и «Ускорение по L»).
4. Положение, в котором Dobot Magician находится на направляющей скольжения, отображается в окне ПО — столбец «L».

## Практическое задание

Подготовьте заранее и выдайте командам распечатанные на листах формата А5 зоны А и Б. Каждая зона разделена на две части: красную и синюю. Зона А — снизу красная, сверху синяя, зона Б — снизу синяя, сверху красная.



**Попросите разместить и закрепить зоны перед рельсом так, чтобы зона А находилась справа от торца рельса, зона Б — слева.**

1. Зоны должны располагаться на таком расстоянии от рельса, чтобы не выходить из рабочего пространства манипулятора, и на таком удалении друг от друга, чтобы для работы в них манипулятору пришлось перемещаться по рельсу.
2. Зоны у всех команд должны быть размещены идентично.

**Объясните задание — переместить кубики вакуумным захватом на значительное расстояние.**

1. В зоне А на красной территории размещены деревянные кубики красного цвета. В зоне Б на синей территории — синие кубики. Необходимо манипулятором переместить красные кубики из зоны А в соответствующую им по цвету часть зоны Б и синие кубики — из зоны Б на синюю территорию зоны А.
2. В зонах А и Б каждого манипулятора размещается равное количество кубиков.
3. Соотношение красных и синих кубиков должно быть 50% на 50%.
4. Перемещенные кубики не должны выходить за пределы зон А и Б.
5. Управление должно выполняться поочередно: каждый участник команды перемещает один кубик и уступает место следующему участнику.
6. Соревнование длится 3 раунда. В каждом раунде управление выполняется одним из трех способов: с помощью панели управления, компьютерной мыши, пульта дистанционного управления.
7. Последовательность смены способов управления может быть любой.
8. Нельзя менять способ управления в пределах одного раунда.
9. Должны быть использованы все три способа управления манипулятором.

Дайте учащимся время, чтобы обсудить очередность управления манипулятором и последовательность смены способов управления. Дождитесь сообщения о готовности всех команд.

**Объявите начало соревнования, чтобы команды приступили к выполнению задания, и включите секундомер.**

1. Запишите время, за которое каждая команда выполнила задание.
2. Фиксируйте время отдельно для каждого раунда (для каждого способа управления).
3. Посчитайте по итогам трех раундов среднее время выполнения задания каждой команды

Победителем считается команда, завершившая перемещение в самые короткие сроки.

### Понятия и термины

**Рельс** — это стальной узкий брус, образующий гладкую непрерывную поверхность для передвижения.

## 11. ПРОСТЕЙШЕЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ В ПО DOBOTSTUDIO. РЕЖИМ ОБУЧЕНИЯ

[Знакомство с режимом обучения: интерфейс и возможности. Типы движений манипулятора от точки к точке: JUMP, MOVJ, MOVL и ARC Point. Практическое задание. Понятия и термины]

### Знакомство с режимом обучения: интерфейс и возможности

Для того чтобы манипулятор перемещал предметы автоматически, его необходимо обучить, то есть запрограммировать. Научиться создавать простую линейную программу, следуя которой манипулятор будет выполнять заданные оператором действия, можно в режиме управления манипулятором «Режим обучения».

Попросите учащихся разделиться на небольшие группы и самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе: включить ПК, запустить ПО DobotStudio, выполнить подключение манипулятора к компьютеру.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

Используйте в качестве рабочего инструмента манипулятора вакуумный захват, установленный на прошлом занятии.

Убедитесь, что в ПО верно указан тип рабочего инструмента. Если его необходимо сменить, нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна, и выберите пункт «Присоска».

Перейдите в «Режим обучения», нажав на соответствующую кнопку в верхней левой части окна, выберите уровень «Easy» в центральной части верхней панели и расскажите про интерфейс режима.

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

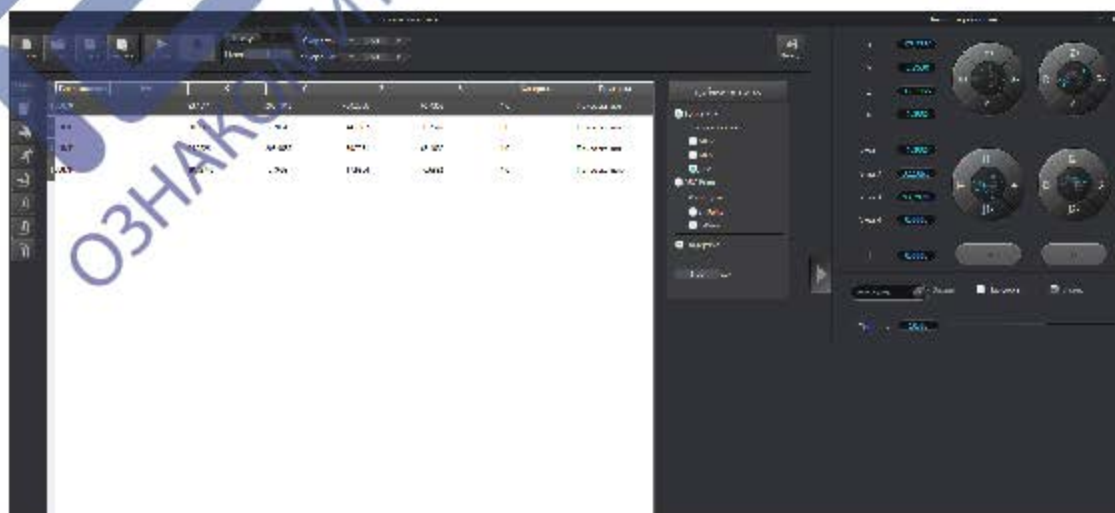


Рис. 11.1

Положение каждой точки можно показать манипулятору разными способами: при помощи управляемого перемещения (с использованием панели управления) или в ручном режиме (с нажатием кнопки разблокировки шаговых двигателей на стреле манипулятора).

Для того чтобы включить ручное обучение манипулятора, необходимо в меню «Настройки» изменить «**Параметры обучения**» — поставить галочку в окошке. При этом можно выбрать, какое действие приведет к запоминанию точки: нажатие или отпускание кнопки UNLOCK.

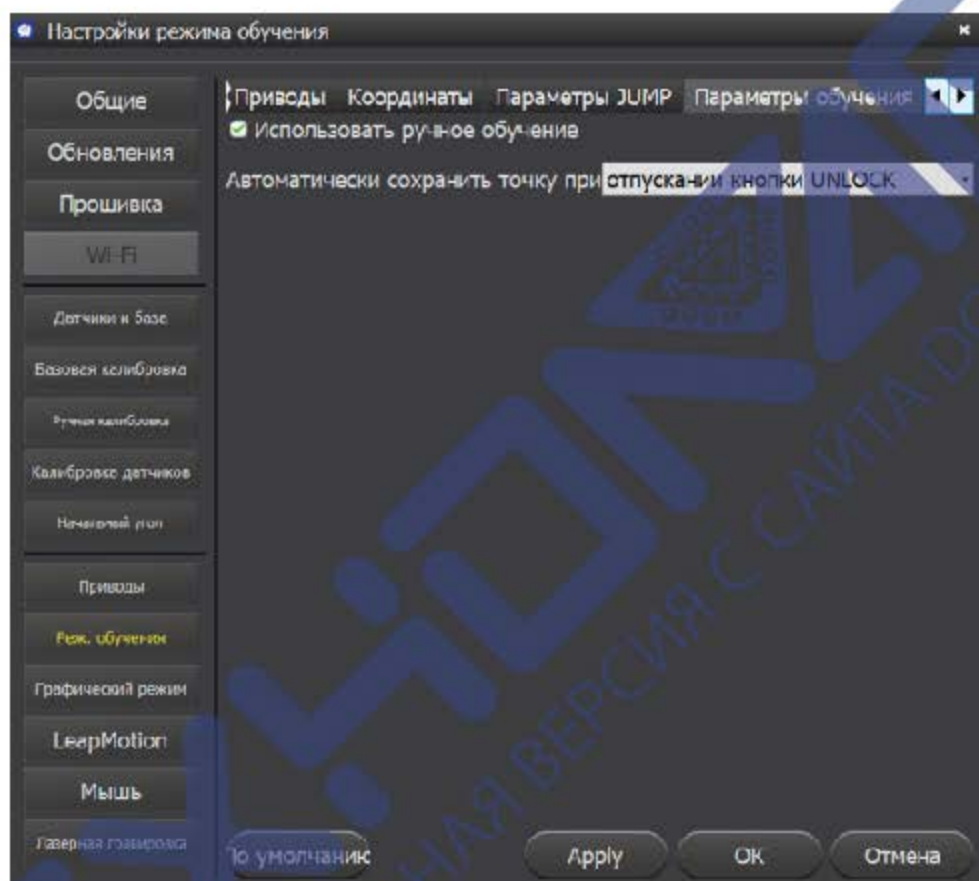


Рис. 11.2

При управляемом перемещении сохранение точки происходит в момент нажатия кнопки «**Добавить точку**», в ручном режиме — автоматически в момент нажатия/отпускания кнопки UNLOCK на стреле манипулятора. В обоих случаях последовательность действий остается неизменной: сначала следует довести рабочий инструмент до искомой точки, затем — сохранить параметры.

Все параметры в таблице можно редактировать вручную — посредством двойного нажатия левой клавиши компьютерной мыши.

При необходимости многократного возвращения манипулятора в какую-либо точку не обязательно каждый раз устанавливать манипулятор — достаточно скопировать уже сохраненные данные (строку) и вставить в таблицу.

Для запуска автоматического перемещения используется кнопка «**Старт**».

Обратите внимание, что параметры последней сохраненной точки, занесенные в таблицу, всегда дублируются на панели инструментов и рабочей панели режима. Панель управления всегда отражает текущее положение рабочего инструмента — в таблицу попадают именно эти данные.

Режим обучения манипулятора позволяет контролировать его движение: вся траектория движения манипулятора — это последовательное перемещение рабочего инструмента между точками с осуществлением в этих точках неких манипуляций, таких как, например, захват или отпускание предмета. В таблице расписаны способ перемещения, точки остановки и производимые в них действия. Отслеживая последовательность и характер выполняемых движений, оператор может спрогнозировать, где будет находиться манипулятор в тот или иной момент времени. И наоборот, зная точку нахождения — понять, что произойдет дальше. С другой стороны, представляя положение рабочего инструмента в системе координат и характер производимых перемещений, можно запрограммировать манипулятор на абсолютно любое действие.

### Типы движений манипулятора от точки к точке

Манипулятор в режиме обучения может передвигаться от точки к точке (PTP), используя четыре типа движения JUMP, MOVJ, MOVL и ARC Point.

**JUMP:** при данном типе перемещения между точками траектория имеет П-образный вид, как указано на изображении. Рабочий инструмент поднимается над точкой А, перемещается по прямой линии к положению над точкой В и опускается на точку В.



Рис. 11.3

При перемещении по траектории JUMP важно учитывать такой параметр, как высота прыжка. Для чего это нужно? Для того чтобы при перемещении предметов, например кубиков, не сбивать по пути возможные препятствия, такие как уже стоящие кубики.

Высоту прыжка можно задать в меню «Настройки» — вкладка «Параметры JUMP».

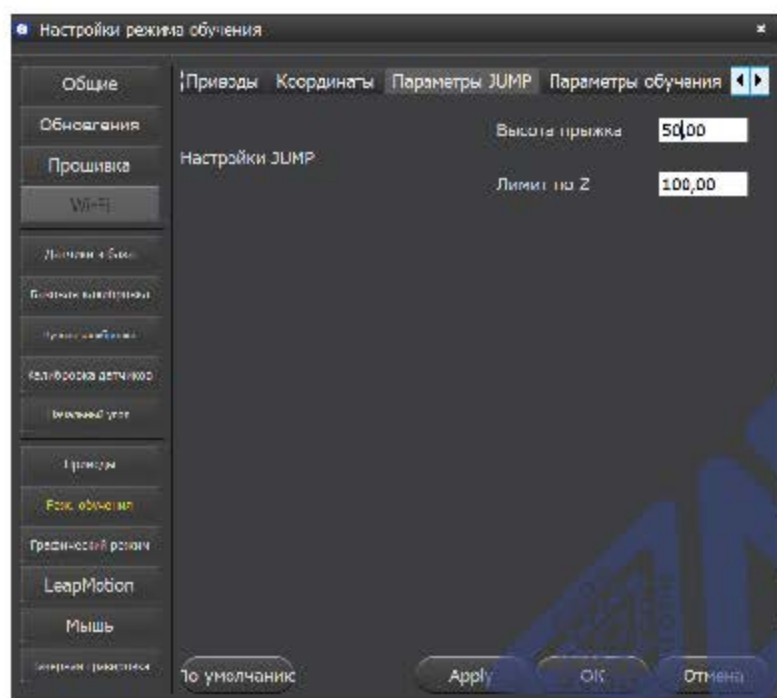


Рис. 11.4

**MOVJ:** при данном типе движения задействуются все соединения манипулятора одновременно. Например, при движении из точки А в точку В, расположенных на расстоянии друг от друга и на разной высоте, манипулятор начинает одновременно поворачиваться целиком, поднимать плечо, поднимать стрелу и вращать рабочий инструмент таким образом, что каждое из соединений проходит кратчайшее расстояние.

**MOVL:** при данном типе движения рабочий инструмент манипулятора перемещается из точки А в точку В по прямой линии.

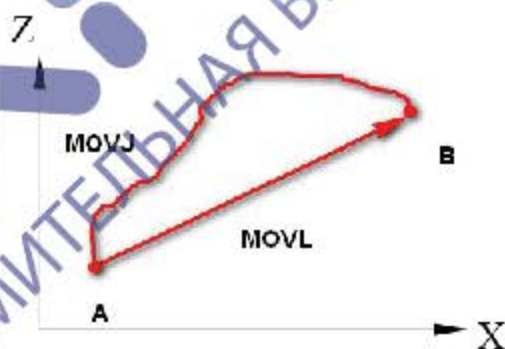


Рис. 11.5

**ARC Point:** при данном типе движения изменение ускорений и углов происходит плавно, образуя траекторию движения в виде дуги. Для него необходимо задать три точки. Точка А должна иметь тип перемещения, отличный от ARC, вторая — тип ARC «cirPoint», а третья — ARC «toPoint».

### Практическое задание

Дайте учащимся немного времени, чтобы они попрактиковались в управлении манипулятором в режиме обучения. Попросите их переместить дере-



вянный кубик из точки А в точку В, используя разные траектории, и подумать, в чем принципиальное различие использованных типов движения.

Обсудите, какие возможности открывает перед манипулятором использование каждого из четырех типов движения рабочего инструмента, при выполнении каких задач целесообразнее та или иная траектория.

**Подготовьте заранее и раздайте командам листы формата А4 с разметкой зон А, Б и В.**

1. В зонах А и В расположите клетки, выстроенные в ряд в горизонтальном порядке, в зоне Б — в вертикальном.
2. Размер каждой клетки = 30 x 30 мм.
3. Расстояние между зонами определяется в произвольном порядке.
4. Клетки в зонах А, Б и В размещены вплотную друг к другу.

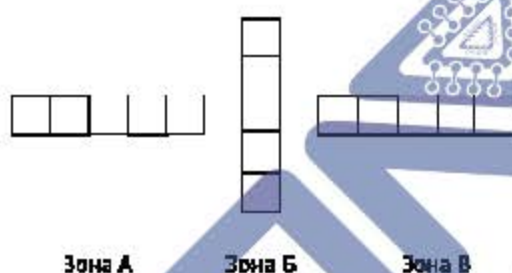


Рис. 11.6

5. Попросите разместить и закрепить при помощи скотча листы на таком расстоянии от манипулятора, чтобы все клетки попали в его рабочую зону. Если поверхность, на которой располагаются манипуляторы, позволяет, можно разметить зоны мелом или любым другим способом.

**Предложите учащимся выполнить ряд заданий по перемещению манипулятора в режиме обучения.**

1. «Бег с препятствиями». В зоне Б располагается стена из красных деревянных кубиков длиной 5 кубиков и высотой 3 кубика. В зоне В помещен один синий деревянный кубик. Необходимо переместить кубик из зоны В в зону А, не разрушив по пути стену в зоне Б.
2. Габаритные размеры основания кубика = 25 x 25 мм.
3. Кубики не должны выходить за пределы отведенных им клеток.
4. В зону В кубики устанавливаются сами учащиеся после перемещения первого кубика на освободившуюся клетку ставится второй кубик и т. д.
5. Кубики в зоне В устанавливаются все время на одну и ту же клетку, например вторую от препятствия.
6. В зоне А кубики устанавливаются на одну и ту же клетку, например дальнюю от стены, один поверх другого.
7. Количество кубиков в зоне В (от двух до шести) определяется в произвольном порядке путем обсуждения с учащимися или по решению преподавателя.

**Выделите командам время обсудить специфику перемещения манипулятора из зоны В в зону А, попросите добавить все необходимые точки в рабочую таблицу режима обучения, проверить программу и сохранить ее на компьютере.**

1. Если программа по какой-либо причине не работает или работает не так, как планировалось, дайте время на исправление.
2. В случае необходимости помогите учащимся разобраться, где они ошиблись и как все сделать правильно.

**Усложните задание: необходимо переместить кубики из зоны В в зону А, не разрушив препятствие, и выстроить их в ряд, начиная от дальней к стене клетки и заканчивая ближней.**

1. Обсудите с учащимися, каким образом лучше всего сохранять данные: стоит ли запоминать все точки или можно редактировать уже известные параметры и какие именно.
2. Дайте командам время прописать точки в таблице, проверить программу и сохранить ее на компьютере. Если программа по какой-либо причине не работает или работает не так, как планировалось, дайте время на исправление. В случае необходимости помогите учащимся разобраться, где они ошиблись и как все сделать правильно.

**Игра «Вышибаль».** В зоне Б расположены синие деревянные кубики, выстроенные вертикально в ряд. В зоне В помещен один красный деревянный кубик. Необходимо переместить кубик из зоны В в зону А, выбив при этом по одному как можно больше кубиков из зоны Б.

1. В зону В кубики устанавливают сами учащиеся после перемещения первого кубика на освободившуюся клетку ставится второй кубик и т. д.
2. Кубики в зоне В устанавливаются все время на одну и ту же клетку, например вторую от препятствия.
3. В зоне А кубики устанавливаются на одну и ту же клетку, например дальнюю от стены.
4. Поставленные в зону А кубики сразу же снимаются с поля.
5. Количество кубиков в зоне В должно соответствовать количеству кубиков в зоне Б.
6. Выбитые кубики сразу же убираются с поля.
7. За одно перемещение манипулятора может быть выбит только один кубик из зоны Б.

Предложите командам обдумать стратегию и тактику перемещения манипулятора, написать и проверить программу, сохранить ее на компьютере.

Узнайте, всем ли командам удалось вышибить кубики из зоны Б и какими способами был достигнут результат: использовали ли команды разные типы движения или усложняли траекторию движения путем введения промежуточной точки, возможно, как-то иначе.

Обсудите выбранные стратегии и предложите командам продемонстрировать свои программы в действии. Если программа по какой-либо причине не работает или работает не так, как планировалось, дайте время на исправление. В случае необходимости помогите учащимся разобраться, где они ошиблись и как все сделать правильно.

Спросите, каковы различия между такими способами управления манипулятором, как режим обучения и дистанционное управление, в чем заключаются их преимущества и недостатки.

Попросите назвать отличия в видах управления в режиме обучения и возможности их применения.

### Понятия и термины

**Программа** (компьютерная) — это синтаксическая единица, которая соответствует правилам определенного языка программирования и состоит из определений и операторов или инструкций, необходимых для определенной функции, задачи или решения проблемы.

## 12. ПРОГРАММИРОВАНИЕ В РЕЖИМЕ BLOCKLY. ТИПЫ ДВИЖЕНИЙ

[Знакомство с режимом Blockly: интерфейс и возможности. Блочное графическое программирование на платформе Dobot Blockly. Демонстрация соединения блоков для выполнения поставленной задачи. Первые программы в Blockly: линейное программирование различных типов перемещений манипулятора. Практическое задание. Пример готовой программы для выполнения задания. Понятия и термины]

### Знакомство с режимом Blockly: интерфейс и возможности

Попросите учащихся разделиться на небольшие группы и самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе: включить ПК, запустить ПО DobotStudio, выполнить подключение манипулятора к компьютеру.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

Используйте в качестве рабочего инструмента манипулятора вакуумный захват, установленный на прошлом занятии.

Убедитесь, что в ПО верно указан тип рабочего инструмента. Если его необходимо сменить, нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна, и выберите пункт «Присоска».

Перейдите в «Режим Blockly» и расскажите о его возможностях.

Интерфейс режима Blockly представляет собой визуальную среду программирования, созданную на основе программной платформы для блочного графического программирования Blockly.

**Интерфейс графической среды состоит из четырех основных полей:**

- **поле 1** позволяет управлять проектом: создать («Новый»), открыть («Откр»), сохранить («Сохранить»), запустить («Старт»), остановить («Стоп»);
- **поле 2** отображает всю текущую информацию о положении манипулятора и данных ему командах:
  - в верхней части поля — «Журнал запуска» — производится запись всех ошибок, возникающих в процессе работы манипулятора, а также отображается текст, вывод которого будет задан в программе;
  - в нижней части — «Основной код» — отображается код программы на языке программирования Python, который заключается в блоках, используемых в данной программе;
- **поле 3** содержит типы блоков и сами блоки в раскрывающемся меню. Каждый тип имеет свой цвет для удобства чтения;

- **поле 4** — это главное окно редактирования программы. В нем отображаются все применяемые в программе блоки и выполняется их редактирование:
  - при помощи левой кнопки мыши в данном окне можно перемещать блоки и соединять их между собой;
  - при помощи колесика мыши — менять масштаб окна;
  - при помощи правой кнопки мыши — вызывать контекстное меню и выполнять редактирование.



Рис. 12.1

## Блочное графическое программирование на платформе Dobot Blockly

Dobot Blockly — это среда блочного графического программирования, разработанная на базе Google Blockly специально для манипулятора Dobot Magician и встроенная в ПО DobotStudio.

Графическое или визуальное программирование — это программирование путем манипулирования графическими блоками. Графическая среда программирования имеет интуитивно понятный интерфейс: для получения части программы необходимо соединить несколько блоков между собой. При этом каждый блок имеет определенную форму, благодаря чему соединяются между собой только совместимые блоки, подобно элементам пазла.

Программирование производится путем переноса и последовательного соединения блоков.

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.

Чтобы удалить созданную программу, нужно перетащить ее за верхний блок в мусорную корзину в правом нижнем углу рабочего поля.

Каждый блок программы можно удалить отдельно: с помощью клавиш Delete и Backspace.

Для экономии усилий блоки в рабочем поле программы можно копировать и вставлять.

Dobot Blockly содержит **9 групп функциональных блоков** («Логические», «Цикль», «Математика», «Текст», «Список», «Цвет», «Переменные», «Функции», «DobotAPI»):

- логические блоки позволяют производить логические операции;
- блоки циклов обеспечивают многократное выполнение заданной последовательности блоков;
- математические блоки выполняют математические операции над числами или переменными;
- текстовые блоки осуществляют создание и поиск текста или символов;
- блоки списков предназначены для работы с массивами данных и могут создавать, составлять, анализировать и сортировать массивы;
- цветовые блоки позволяют выбирать, составлять и смешивать цвета;
- блоки переменных позволяют создавать и подставлять переменные;
- блоки функций предназначены для объединения последовательности блоков в один блок с целью сокращения текста программы;
- блоки управления содержат набор команд, созданных специально для управления манипулятором Dobot Magician.

**Меню «DobotAPI» включает в себя 5 типов блоков:**

- «Основной» — позволяет настроить корректную работу программы;
- «Конфиг» — позволяет конфигурировать параметры перемещения;
- «Движение» — позволяет управлять перемещением рабочего инструмента манипулятора;
- «Дополнительный» — позволяет осуществлять работу с дополнительным оборудованием, таким как комплект линейных перемещений (рельс), конвейерная лента и датчики Dobot;
- «I/O» — позволяет осуществлять работу с устройствами сторонних производителей.

### **Демонстрация соединения блоков для выполнения поставленной задачи**

Продемонстрируйте учащимся способ соединения блоков для создания программы.

## Возвращение манипулятора в стартовую позицию

Во время автономной работы манипулятор может сбиться, задеть какой-либо предмет и «потерять» свои координаты. В этом случае программа выполняться не будет или будет выполняться с ошибками. Для того чтобы избежать подобных неприятностей, имеет смысл предусмотреть в программе поиск манипулятором начального положения.

1. Зайдите в меню блоков «DobotAPI», выберите в выпадающем меню тип «Основной», блок «Home». Переместите его на рабочее поле программы.
2. Присоедините к нему блок «Delaytime», установите задержку 2 сек.
3. Повторите комбинацию снова: «Home» + «Delaytime» 2 сек.
4. Завершите программу блоком «Home» и запустите движение («Старт»).

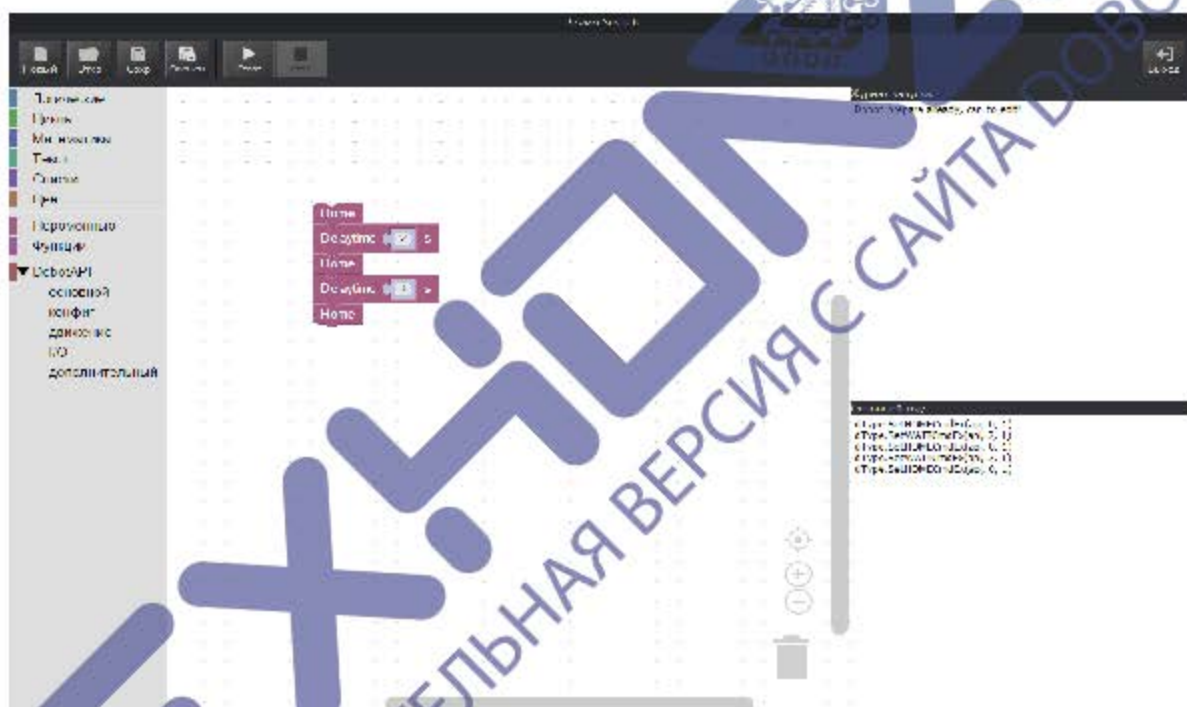


Рис. 12.2

### Что произошло с манипулятором после запуска программы?

Рабочий инструмент три раза находил стартовую позицию, при этом между действиями совершал двухсекундную паузу.

### Поиск информации о выполнении текущих действий в журнале запуска

Для того чтобы отследить ошибки в ходе выполнения манипулятором программы, программисту может быть недостаточно данных в «Журнале запуска». Дополнительный контроль над тем, какую часть программы выполняет Dobot в текущий момент, позволяют получить блоки «Напечатать» и «Буква, слово и строка текста», которые находятся в меню блоков «Текст».

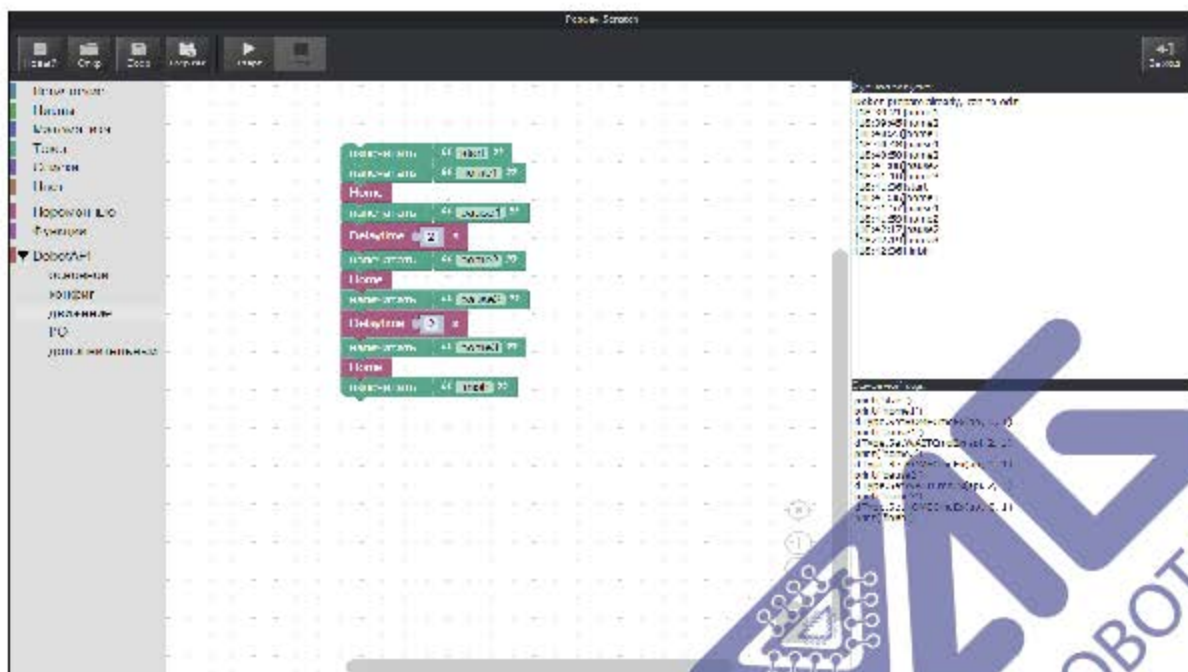


Рис. 12.3

При выполнении программы в журнале запуска будет стоять пометка «start», по завершении — «finish». Каждое действие манипулятора между началом и концом программы при этом обретет название. Пока действие не будет завершено, соответствующее ему название будет отображаться крайним в списке выполняемых задач.

### Первые программы в Blockly: линейное программирование различных типов перемещений манипулятора

Блоки основных типов перемещения манипулятора размещены в меню «DobotAPI», «Движение».

Логика совмещения блоков для перемещения от точки к точке будет идентична последовательности строк в таблице режима обучения. Так же необходимо выбрать блок с типом движения и задать координаты точки.

Так, для того чтобы переместить манипулятор из стартовой позиции в точку А и вернуть его в исходное положение, потребуется минимум 2 блока. Это могут быть блоки с разным типом движения: JumpTo, MoveTo, MoveDistance, SetJoinAngle. К ним могут примыкать блоки с дополнительной информацией: пауза перед началом следующего действия, текстовый блок для отслеживания текущего действия и т. д.

Создайте и запустите программу для перемещения манипулятора из стартового положения в точку А по П-образной траектории (JumpTo) и возвращения в исходную позицию по прямой траектории (MoveTo). Задайте задержку в 1 сек.



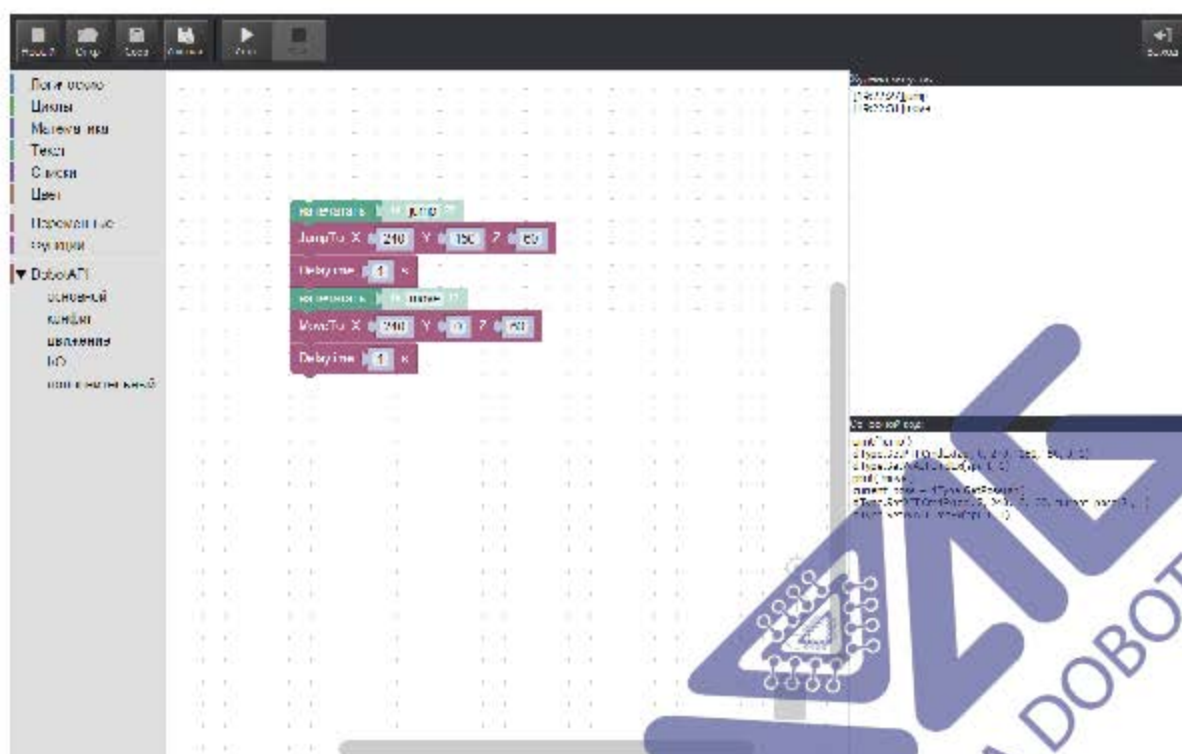


Рис. 12.4

Обсудите с учащимися отличия типов движений JumpTo и MoveTo.

Создайте и продемонстрируйте программу для перемещения рабочего инструмента на определенное расстояние с последующим возвращением на исходную позицию. Задайте  $\Delta X = 50(-50)$ ,  $\Delta Y = 50(-50)$ ,  $\Delta Z = 60(-60)$ .

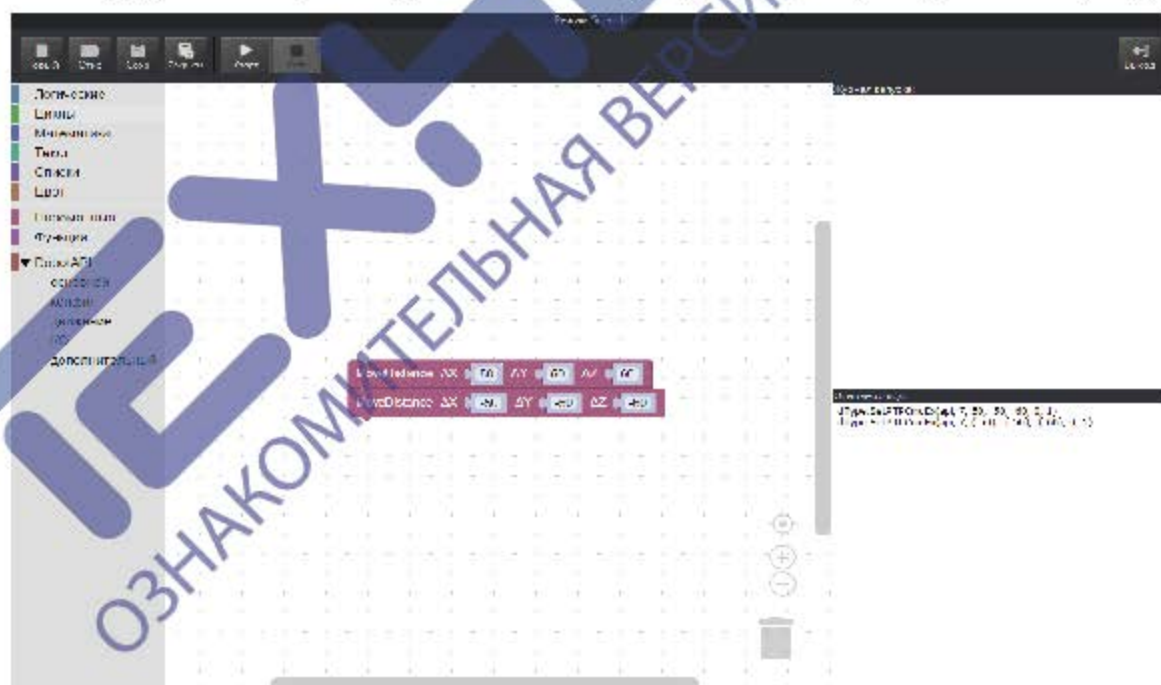


Рис. 12.5

Измените координаты, например по оси X, таким образом, чтобы заданное расстояние было больше, чем расстояние до границы рабочей зоны.

Спросите учащихся, что, по их мнению, произойдет с манипулятором, и запустите программу.

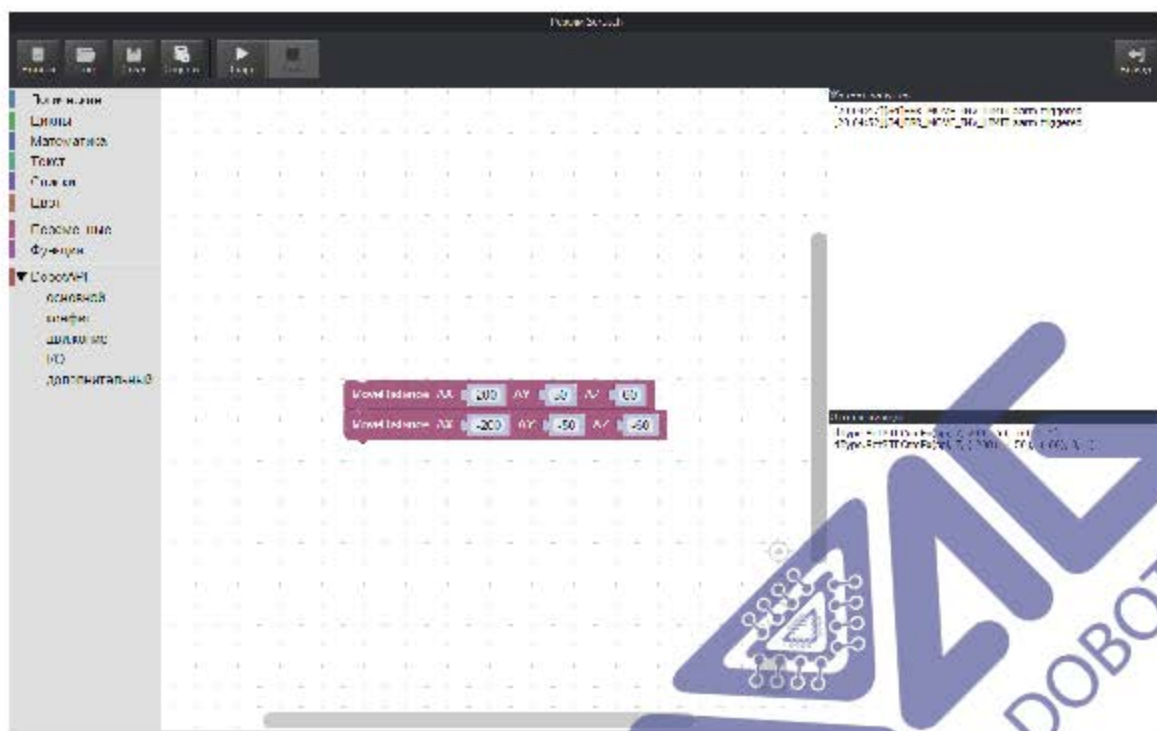


Рис. 12.6

Обсудите, почему манипулятор не вернулся в начальное положение. Обратите внимание учащихся на то, что характер ошибки был отражен в журнале запуска.

**Расскажите про назначение блоков «SetR» и «SetJoinAngle».**

1. Блок «SetR» отвечает за разворот рабочего инструмента в горизонтальной плоскости.
2. Блок «SetJoinAngle» задает углы между частями манипулятора.

**Расскажите про выбор и включение рабочего инструмента.**

1. Для того чтобы выбрать рабочий инструмент (вакуумный захват, механический захват, лазерный гравёр, пищащий инструмент), необходимо указать его тип. Сделать это можно либо через раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна ПО (пункт «Присоска»), либо в блоке «ChooseEnd Tools», меню «Конфиг» («SactionCup»).
2. Из всех рабочих инструментов при программировании в Blockly включения не требует только ручка.
3. Блоки вакуумного захвата (присоски) и механического захвата расположены в меню «Движение»:
  - SactionCup (присоска) имеет два режима работы: ON (включить) и OFF (выключить);
  - Gripper (механический захват) — три режима: Gripper (захватить), Release (отпустить) и OFF (выключить).
4. Блок «Laser» (лазерный гравёр) находится в меню «Дополнительный» и помимо двух режимов работы: ON (включить), OFF (выключить) — имеет параметр POWER (интенсивность).

## Практическое задание

Предложите учащимся написать самостоятельно программу для перемещения объектов, используя графическую среду программирования.

**Подготовьте заранее и раздайте командам листы формата А4 с разметкой зон А и Б.**

1. В зоне А расположите 1 клетку, в зоне Б — 2 клетки, выстроенные в ряд в горизонтальном порядке.
2. Размер каждой клетки = 30 x 30 мм.
3. Расстояние между зонами определяется в произвольном порядке.
4. Клетки в зоне Б размещены вплотную друг к другу.



Рис. 12.7

5. Попросите разместить и закрепить при помощи скотча листы на таком расстоянии от манипулятора, чтобы все клетки попали в его рабочую зону. Если поверхность, на которой располагаются манипуляторы, позволяет, можно разметить зоны мелом или любым другим способом.

**Объясните задание:** в зоне А стоят 2 кубика один поверх другого, необходимо переместить их в зону Б в следующем порядке: верхний кубик — в ближнюю к зоне А клетку, нижний — в дальнюю.

1. Начинать работу манипулятор должен из стартового положения.
2. После выполнения задания манипулятор должен вернуться в стартовую позицию.

Обсудите с учащимися, каков порядок действий манипулятора, в чем заключаются особенности траектории движения рабочего инструмента и какие параметры необходимо учесть при написании программы. Возможно, стоит записать алгоритм выполнения задания.

Напомните учащимся способ нахождения необходимых координат (данные на панели управления отражают текущие координаты рабочего инструмента; для его ручного перемещения используется кнопка на стреле манипулятора).

Выделите командам время на обсуждение, написание, тестирование и отладку программы.

Узнайте, все ли команды справились с заданием, какие действия манипулятора вызвали наибольшее затруднение, удалось ли исправить ошибку, если она была.

Обсудите возникшие трудности и способы их преодоления. Объясните, что главная задача в процессе написания программы — это ее настройка и отладка для корректной работы, а также ее усовершенствование.

## Пример готовой программы для выполнения задания\*

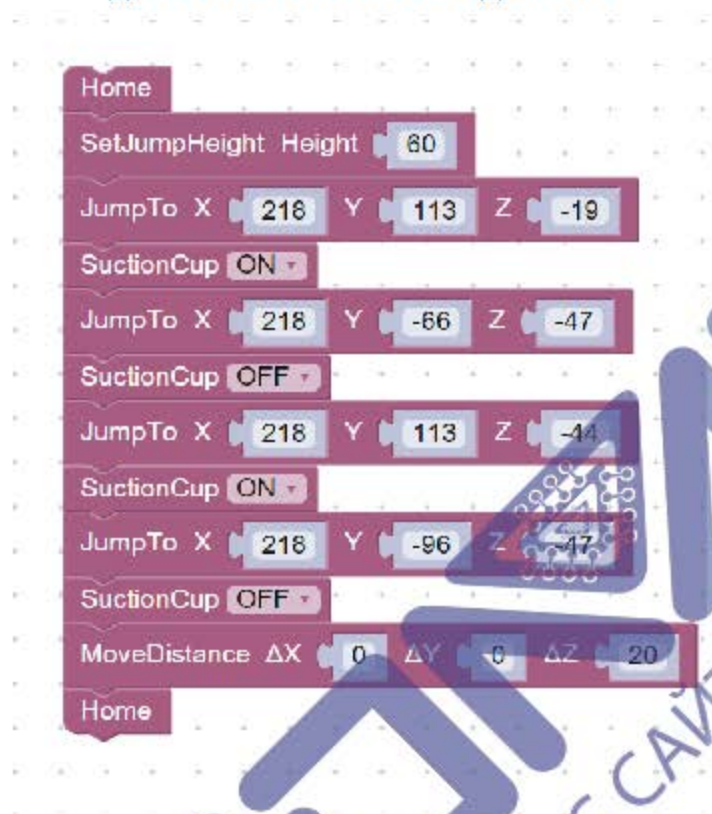


Рис. 12.8

\*Написанная учащимися программа может отличаться от представленного образца.

### Понятия и термины

**Алгоритм** — это набор инструкций, описывающих порядок действий исполнителя для решения некоторой задачи.

**Blockly** — это библиотека для создания среды визуального программирования, включающая в себя графический редактор для составления программ из блоков и генераторы кода для подготовки исполнения программы в среде программирования.

## 13. ПРОГРАММИРОВАНИЕ В РЕЖИМЕ BLOCKLY. ПЕРЕМЕННЫЕ

[Переменные: цель и способ применения. Практическое задание. Пример готовой программы для выполнения задания. Понятия и термины]

### Переменные: цель и способ применения

Попросите учащихся разделиться на небольшие группы и самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе: включить ПК, запустить ПО DobotStudio, выполнить подключение манипулятора к компьютеру, зайти в «Режим Blockly» и создать новый файл программы.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

Используйте в качестве рабочего инструмента манипулятора вакуумный захват, установленный на прошлом занятии.

Убедитесь, что в ПО верно указан тип рабочего инструмента. Если его необходимо сменить, нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна, и выберите пункт «Присоска».

Составьте программу для фиксации времени запуска манипулятора и запустите ее два раза.



Рис. 13.1

Продемонстрируйте программу и записи в журнале запуска. Обсудите, каким образом вам удалось задать значение времени запуска манипулятора и записать его.

Для создания и хранения каких-либо данных используются переменные. Они позволяют как получать доступ к данным, так и изменять их значение в ходе выполнения программы. Иными словами, переменную можно создать, записать в нее какое-то значение или считать его.

Чтобы присвоить значение переменной, нужно слева присоединить блок, у которого есть свойство генерации значения.

В обсуждаемой программе переменной *t* (имя задается самостоятельно) присваивается значение текущего времени. Далее переменная возвращает полученное значение в функцию записи, созданную при помощи текстового блока, которая, в свою очередь, выводит его на экран в «Журнале запуска». Таким образом записывается каждый новый запуск. Обратите внимание учащихся на то, что в журнале 2 строки, время в которых отличается.

Все имена переменных, созданные в рамках написания одной программы, сохраняются в меню «Переменные». Это позволяет манипулировать уже существующими именами для присваивания им новых значений. После удаления программы имена пропадают.

**Предложите учащимся совместно написать программу, которая выводит на экран время каждого действия манипулятора.**

1. Обсудите, какие данные понадобятся в процессе выполнения задачи: текущее время перед выполнением действия (например,  $t_0$ ) и после его завершения (например,  $t$ ).
2. Спросите, каким образом вычислить время, потраченное на выполнение действия ( $t - t_0$ ), и как зафиксировать результат (вывести на экран «Журнала запуска» полученную разность).
3. Обговорите, блоки каких групп меню могут понадобиться основные, переменные, движение, текст, математика.
4. Попросите написать программу и подобрать координаты перемещения таким образом, чтобы время, затраченное манипулятором, было больше 3 секунд.
5. Если учащиеся затрудняются выполнить задание самостоятельно, продемонстрируйте процесс написания программы и прокомментируйте каждый шаг.
6. Запустите манипулятор, посмотрите время в журнале запуска.
7. Если необходимо, скорректируйте координаты.



Рис. 13.2

**Спросите учащихся, перемещение при помощи какого типа движения, по их мнению, быстрее: «MoveTo» или «GetJointAngle».**

1. Предложите проверить на практике, чтобы убедиться в правоте. Спросите, каким образом это можно сделать. Необходимо переместить рабочий инструмент манипулятора из точки А в точку Б двумя способами и сравнить значения времени, затраченного на перемещение. Время можно засечь вручную при помощи секундомера, но тогда велика вероятность большой погрешности (например, не успели включить секундомер или позже нажали кнопку, чтобы остановить время и т. д.). Или же можно написать специальную программу для сравнения затраченного времени.

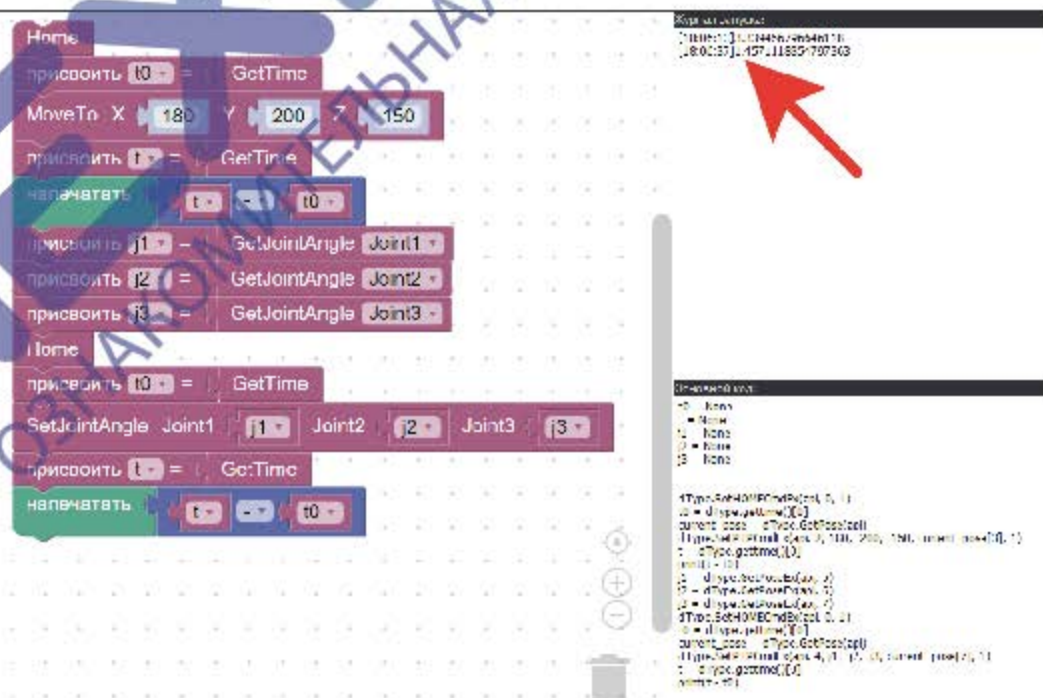
## 2. Обсудите алгоритм программы.

### Часть 1 (MoveTo):

- установить манипулятор в стартовую позицию;
- создать переменную со значением текущего времени ( $t_0$ );
- совершить перемещение;
- записать в переменную время окончания действия ( $t$ );
- вывести время первого перемещения на экран ( $t-t_0$ );

### Часть 2 (GetJointAngle):

- создать переменные со значением трех углов, которые характеризуют положение рабочего инструмента;
  - вернуть манипулятор в начальное положение;
  - присвоить переменной  $t_0$  текущее время;
  - осуществить перемещение;
  - записать в переменную время окончания перемещения;
  - вывести на экран разницу между концом и началом.
3. Предложите учащимся самостоятельно написать программу и протестировать ее.
  4. Для облегчения процесса в качестве первой части можно использовать ранее написанную программу (вывод на экран времени каждого действия манипулятора).
  5. Если учащиеся затрудняются выполнить задание самостоятельно, продемонстрируйте процесс написания программы и прокомментируйте каждый шаг.
  6. Запустите манипулятор, сравните время в журнале запуска.
  7. Обратите внимание на то, что время выполнения второго перемещения значительно сокращается.



The image shows a programming environment with a script on the left and a console on the right. The script consists of two main blocks: 'MoveTo' and 'GetJointAngle'. The 'MoveTo' block includes 'GetTime' to set  $t_0$ , 'MoveTo' with coordinates (180, 200, 150), 'GetTime' to set  $t$ , and a 'напечатать' (print) block showing  $t - t_0$ . The 'GetJointAngle' block includes 'GetTime' to set  $t_0$ , 'SetJointAngle' for joints 1, 2, and 3, 'GetTime' to set  $t$ , and another 'напечатать' block showing  $t - t_0$ . The console shows the output of the first 'напечатать' block: `["time"] [1.134464e+001] ["80235"], 157.11153797563`. A red arrow points to this output line.

Рис. 13.3

**Разберите с учащимися, как запрограммировать манипулятор, чтобы расставить кубики по окружности.**

1. Объясните задание: манипулятору, находящемуся в стартовой позиции, по одному подаются кубики, которые необходимо расставить по окружности слева направо. Частота постановки кубиков может быть любой. Кубики подносятся к присоске вручную.
2. Задайте ряд вопросов, чтобы учащиеся могли составить алгоритм программы самостоятельно:
  - Какой тип движения будет использоваться и почему?
  - Что произойдет, если применить блоки «MoveTo» или «GetJointAngle»?
  - Сколько переменных потребуется создать?
  - Какие значения следует присвоить переменным, как их определить и где искать данные?
  - Какие переменные сохранят свои значения неизменными, а какие будут менять значение для осуществления перемещения по окружности?
  - Нужно ли задавать паузу после включения вакуумного захвата и что случится, если этого не сделать?
  - Сколько раз нужно совершить перемещение рабочего инструмента?
3. Договоритесь, какие имена будут присвоены переменным:  $j1, j2, j3$  — для определения стартовой позиции рабочего инструмента;  $j2c, j3c$  — для координат перемещения, которые остаются неизменными (константами);  $j1p$  — переменная координата.
4. Предложите учащимся самостоятельно написать программу и протестировать ее.
5. Если учащиеся затрудняются выполнить задание самостоятельно, продемонстрируйте процесс написания программы и прокомментируйте каждый шаг:

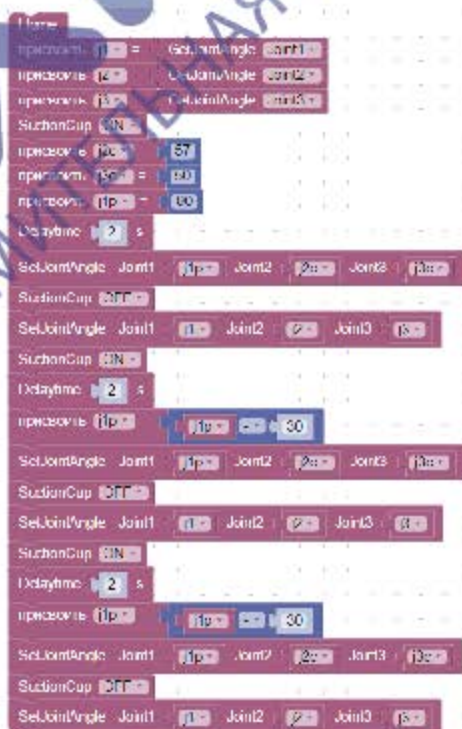


Рис. 13.4

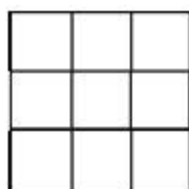


- ставим манипулятор в стартовую позицию и записываем положение шаговых двигателей в переменные  $j_1, j_2, j_3$ , для того чтобы совершать все перемещения при помощи блока «SetJointAngle»;
  - включаем рабочий инструмент;
  - присваиваем переменным значения  $j_{2c}$  и  $j_{3c}$ , которые определяют радиус окружности, на которой будут стоять кубики, поэтому они останутся неизменными при каждой постановке кубика независимо от точки окружности. Задаем  $J_p$  — угол поворота инструмента в горизонтальной плоскости, который будет определять место для постановки кубика на заданной окружности, поэтому для каждого кубика он будет свой. Значения углов  $J_p, j_{2c}$  и  $j_{3c}$  выбраны произвольно, исходя их предпочитаемого радиуса окружности. Радиус можно увеличить или уменьшить;
  - устанавливаем паузу, чтобы успеть подставить кубик под присоску;
  - совершаем перемещение первого кубика;
  - выключаем рабочий инструмент;
  - возвращаемся в исходную позицию ( $j_2, j_2, j_3$ );
  - включаем рабочий инструмент;
  - задаем паузу, чтобы подставить второй кубик;
  - изменяем значение переменной  $J_p$  следующим образом: сначала уменьшаем значение на 30, а затем полученный результат присваиваем  $J_p$ . Этот прием в программировании используется очень часто. Он позволяет изменять переменную и записывать в нее результат;
  - запускаем перемещение и выключаем рабочий инструмент;
  - возвращаемся в исходную позицию ( $j_2, j_2, j_3$ ) и повторяем действия столько раз, сколько кубиков необходимо переместить.
6. Сохраните написанную программу на компьютере.

### Практическое задание

Подготовьте заранее и раздайте командам листы формата А4 с разметкой зон А и Б.

1. В зоне А расположите 9 клеток по три в ряд, всего 3 ряда. В зоне Б — 1 клетку.
2. Размер каждой клетки = 30 x 30 мм.



**Зона А**



**Зона Б**

Рис. 13.5

3. Попросите разместить и закрепить при помощи скотча листы на таком расстоянии от манипулятора, чтобы все клетки попали в его рабочую зону. Если поверхность, на которой располагаются манипуляторы позволяет, можно разметить зоны мелом или любым другим способом.

**Предложите учащимся написать самостоятельно программу для перемещения кубиков в 9 точек, расположенных в три ряда таким образом, чтобы получился квадрат.**

1. Кубики необходимо перемещать по три в ряд.
2. Каждый выставленный ряд должен содержать кубики своего цвета.
3. Ряды могут быть как вертикальными, так и горизонтальными.
4. В начале и в конце программы манипулятор должен находиться в стартовой позиции.
5. Кубики ставятся вручную один за другим каждый раз, когда манипулятор освобождает зону Б.

Дайте командам время, чтобы обсудить стратегию размещения кубиков на поле: строить ряды горизонтально или вертикально.

Обсудите, какие переменные необходимо задать и в чем преимущество введения в программу переменных, какой тип движения следует использовать при перемещении кубиков, какие координаты будут меняться и на сколько.

Предложите написать программу, протестировать ее и сохранить на компьютере.

Если программа не работает или работает некорректно, попросите найти ошибки и отладить программу. Помогите учащимся, если это необходимо.

### Пример готовой программы для выполнения задания\*

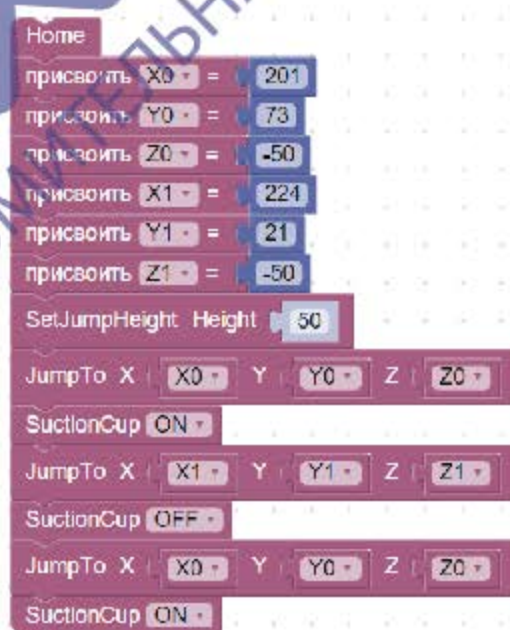


Рис. 13.6

В начале программы создаем переменные с именами координат для двух положений рабочего инструмента: X0, Y0, Z0 — для положения в зоне Б (для захвата перемещаемого кубика), X1, Y1, Z1 — для той клетки поля, на которую устанавливается первый кубик. Значения координат определяем при помощи панели управления.

### Для чего используем переменные?

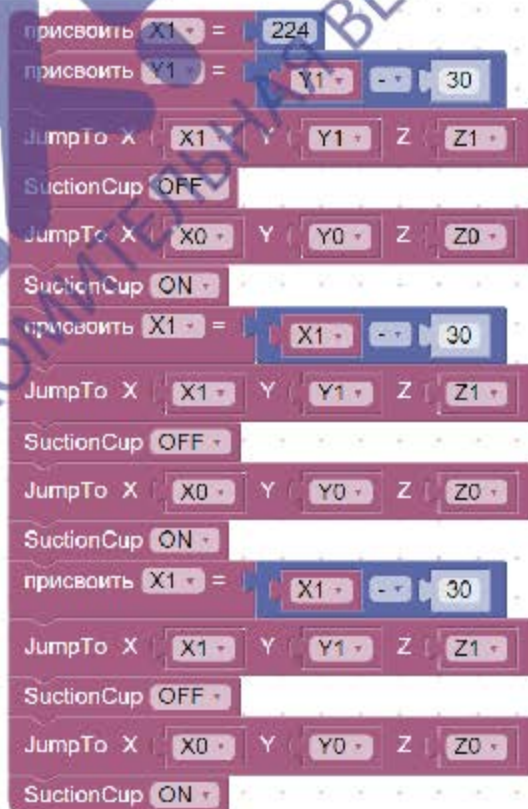
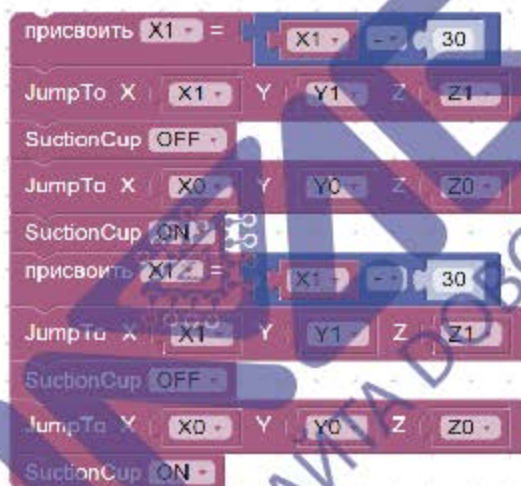
Чтобы каждый раз не рассчитывать координаты точки вручную (всего 9 точек).

Обязательно задаем высоту прыжка, чтобы при перемещении манипулятор не сбивал уже установленные кубики.

Совершаем перемещения забрать кубик — в точку, соответствующую заданным координатам X0, Y0, Z0; поставить кубик — X1, Y1, Z1.

Первый ряд выставляем по оси X, поэтому задаем переменной X1 значение X1=30.

Перемещаем два кубика, для каждого из которых положение по оси X будет на 30 мм ближе к основанию манипулятора, поэтому для каждого последующего кубика значение переменной X1 будет уменьшаться на 30 относительно предыдущего положения.



Второй ряд смещаем по оси Y на 1 клетку (-30 мм), при этом для первого кубика в ряду значение X1 будет таким же, как для первого кубика на поле (присвоенное в самом начале значение = 224).

Выстраиваем ряд аналогично первому.

Третий ряд еще на одну клетку смещаем по оси Y и выстраиваем таким же образом.

В конце поднимаем рабочий инструмент над полем и возвращаем манипулятор в исходное положение.

*\*Написанная учащимися программа может отличаться от представленного образца.*

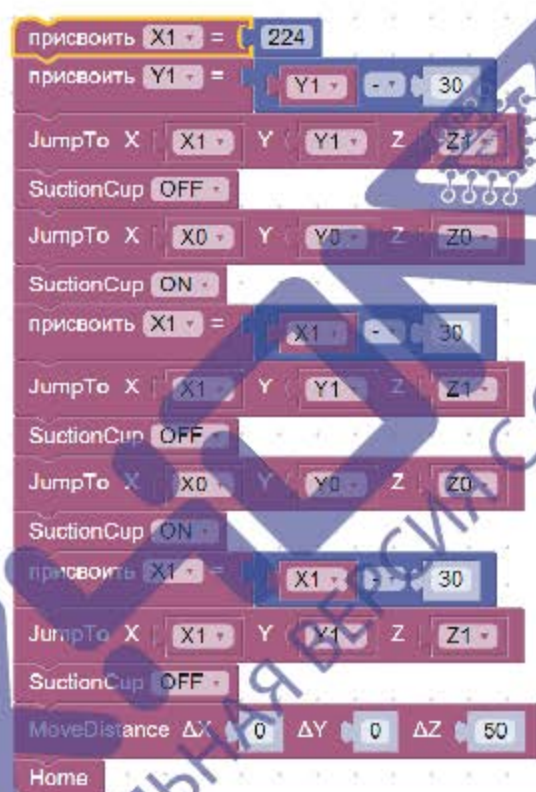


Рис. 13.7

## Понятия и термины

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

## 14. ПРОГРАММИРОВАНИЕ В РЕЖИМЕ BLOCKLY. ЦИКЛЫ

[Циклы: назначение и способ применения. Практическое задание. Пример готовой программы для выполнения задания. Понятия и термины]

### Циклы: назначение и способ применения

Быстродействие современных компьютеров измеряется миллионами операций в секунду, при этом можно задать компьютеру команду, которая будет бесперебойно повторяться бесконечное количество раз. Прописать в программе такое количество повторений последовательно одно за другим — задача практически невыполнимая. Для многократного повторения одних и тех же действий в программировании применяются циклы.

Так, например, чтобы расставить с помощью манипулятора кубики по окружности или в ряд, необязательно писать длинную программу, как это было сделано на предыдущем занятии. Достаточно воспользоваться блоками циклов и поместить в тело цикла повторяющиеся части кода программы.

Попросите учащихся разделиться на небольшие группы и самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе: включить ПК, запустить ПО DobotStudio, выполнить подключение манипулятора к компьютеру, зайти в «Режим Blockly» и создать новый файл программы.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

Используйте в качестве рабочего инструмента манипулятора вакуумный захват, установленный на прошлом занятии.

Убедитесь, что в ПО верно указан тип рабочего инструмента. Если его необходимо сменить, нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна, и выберите пункт «Присоска».

#### **Сравните две программы: написанную с использованием циклов и без них.**

1. Откройте программу, написанную на предыдущем занятии для расстановки кубиков по окружности.
2. Обсудите с учащимися, какой фрагмент кода программы задается единожды, какой — повторяется многократно.
3. Выделите совокупность действий, которые повторяются, — так называемую итерацию.
4. Поместите итерацию в блок «Повторить  $n$  раз», который находится в меню «Цикль».
5. Задайте количество повторений — 7 раз.
6. Протестируйте программу, чтобы убедиться в корректности ее работы.

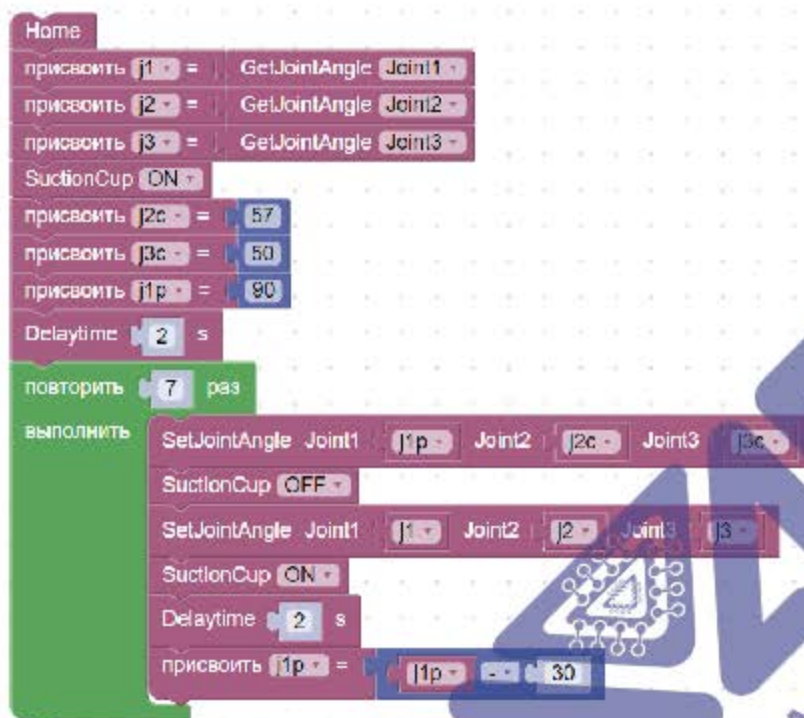


Рис. 14.1

### Разберите с учащимися код программы

- в той части программы, которая находится перед циклом, происходит установка манипулятора в стартовую позицию, включение рабочего инструмента, сохранение координат и назначение паузы в 2 секунды,
- после этого 7 раз повторяются следующие действия (действия, входящие в тело цикла): перемещение манипулятора в зону выкладки, заданную координатами  $j2c$ ,  $j3c$ ,  $j1p$ , отключение рабочего инструмента, возврат в стартовую позицию, включение присоски и новый расчет  $j1p$  для постановки следующего кубика. Каждая последующая итерация будет отличаться от предыдущей только значением переменной  $j1p$  на 30 градусов.

Спросите, каким образом использование циклов упрощает задачу программиста?

Использование циклов значительно сокращает размер программы, упрощает читаемость кода и уменьшает вероятность ошибок вследствие невнимательности (пропуск строки или изменение последовательности действий).

**Задайте вопрос:** каким образом вычисляется количество повторений в цикле? Например, если необходимо выложить кубики на окружности от  $120^\circ$  до  $-120^\circ$  с промежутком в  $20^\circ$ ?

1. Обсудите возможные варианты:
  - можно рассчитать:  $240^\circ : 20^\circ + \text{нулевая точка} = 13$ .
  - можно задать цикл с условием выхода: повторять, пока условие выполняется.

- Измените программу и продемонстрируйте учащимся цикл с условием выхода: пока истинно выражение  $j1p \geq -120^\circ$ , итерация будет выполняться. Как только значение  $j1p$  станет меньше  $-120^\circ$ , выражение станет ложным, следовательно, очередная итерация выполняться не будет.

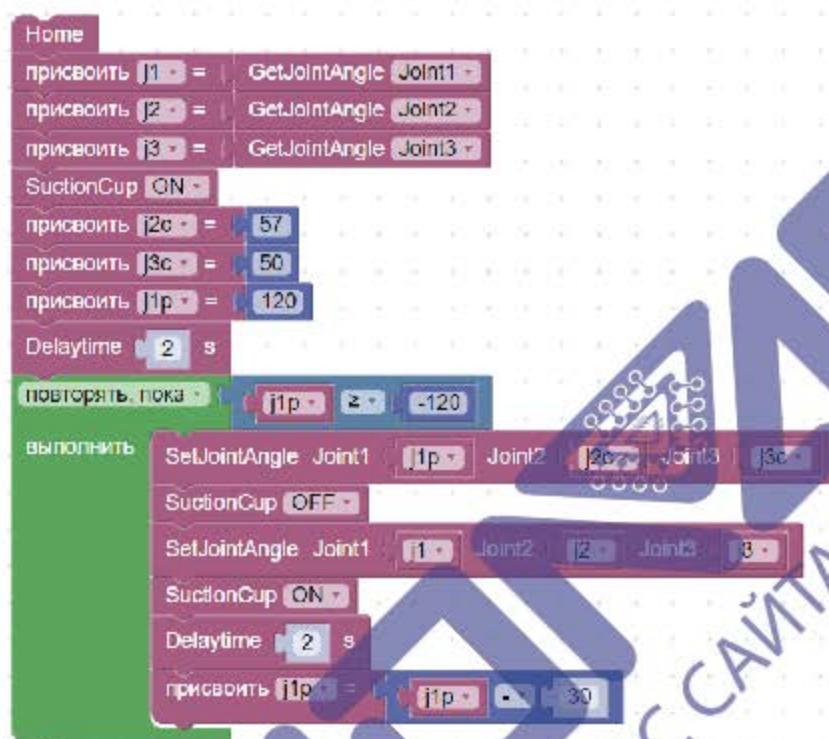


Рис. 14.2

- Обратите внимание учащихся на то, что логический блок, содержащий условие выхода, имеет два равнозначных варианта: истина и ложь. Пока выражение  $j1p \leq -120^\circ$  ложно, итерация цикла «Повторять, пока не» будет выполняться.

### Практическое задание

Предложите учащимся самостоятельно написать 2 программы с использованием циклов для выполнения манипулятором разных действий:

- выложить кубики в прямую линию перед манипулятором (по оси Y);
  - выложить кубики перед манипулятором буквой П (вдоль оси Y).
- Количество используемых кубиков — 9. Цвет кубиков не имеет значения.
  - Частота постановки кубиков — каждые 50 мм.
  - Линии расположения кубиков могут быть произвольными. Главное, чтобы они не выходили за пределы рабочего поля манипулятора. Если учащимся сложно работать с воображаемой траекторией, ее можно начертить.
  - Манипулятор начинает перемещение первого кубика из стартового положения и возвращается в него в конце программы.
  - Кубики подаются манипулятору по одному.

Обсудите, какие переменные необходимо задать, какие имена им присвоить и как определить их значения.

Спросите, какой тип движения рациональнее использовать и так ли необходима пауза для захвата кубика.

Попросите команды обдумать, какие переменные и действия манипулятора войдут в тело цикла, сколько циклов будет содержать программа и нужно ли задавать условие выхода из цикла.

Акцентируйте внимание учащихся на вопросе, чем будут отличаться программы линейного размещения кубиков и размещения по П-образной траектории.

Дайте командам время, чтобы написать, протестировать и отладить 2 программы.

Если программы не работают или работают некорректно, попросите найти ошибки и отладить программы.

Помогите учащимся, если это необходимо.

Попросите сохранить результат.

Спросите, какое задание выполнить было сложнее, какая часть кода программы вызвала наибольшие затруднения.

### Пример готовой программы для выполнения задания\*

Линейное размещение кубиков:

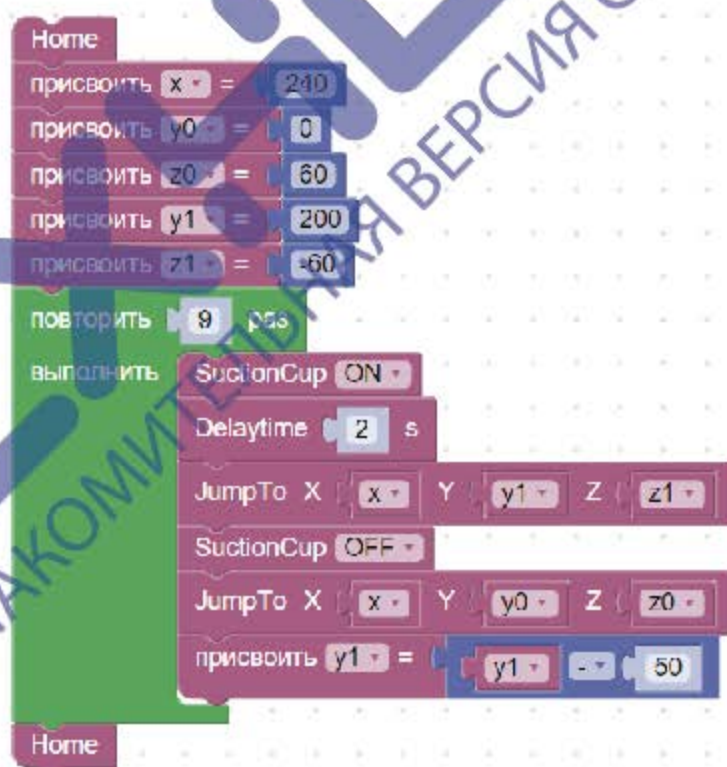


Рис. 14.3

Размещение кубиков по П-образной траектории:

Первый цикл программы — перемещение кубиков по оси Y.



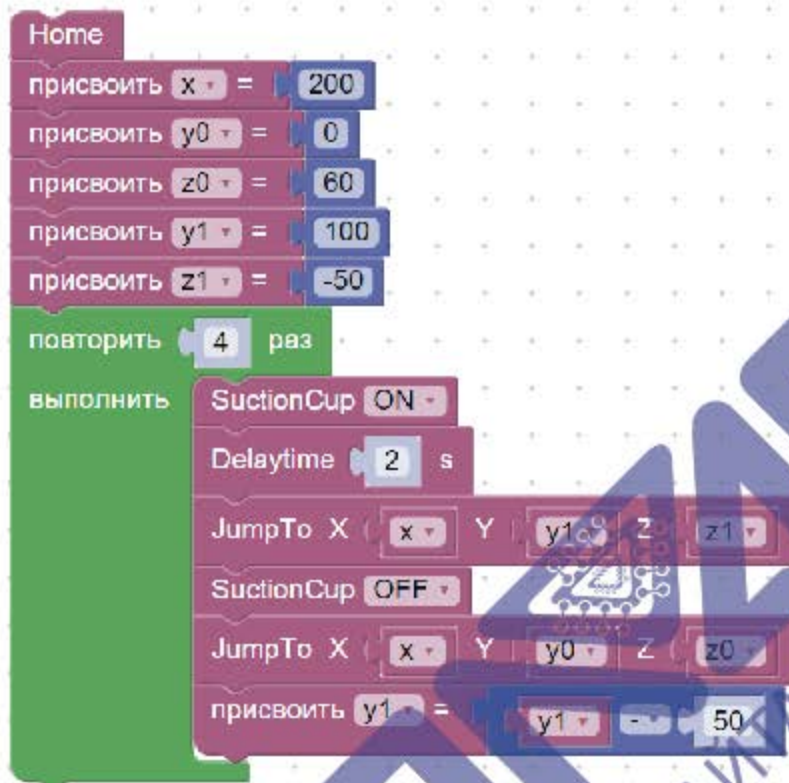


Рис. 14.4

После завершения первого цикла ставим один кубик по оси X.  
 Для того чтобы манипулятор не продвинулся по оси Y еще на 50 мм, заданных в предыдущем цикле, возвращаем координате Y1 значение, соответствующее положению четвертого кубика.  
 Изменяем координаты X для пятого и последующих кубиков.

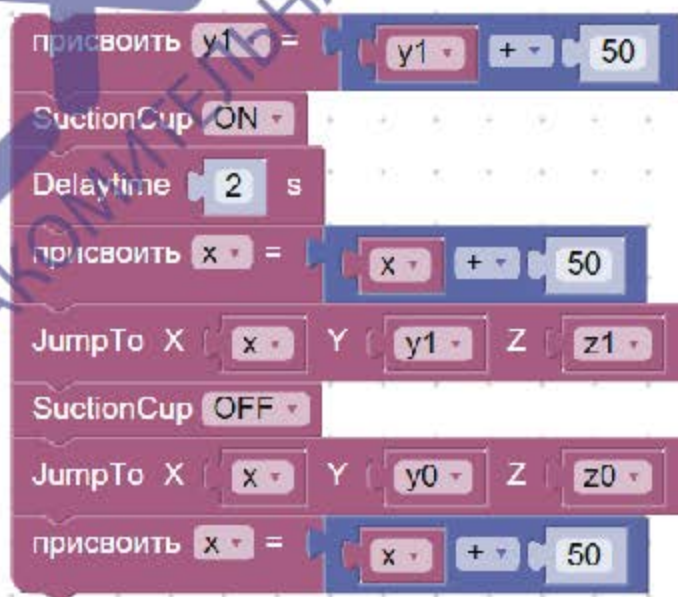


Рис. 14.5

Завершаем программу циклом — перемещением кубиков по оси Y в обратном направлении.



Рис. 14.6

*\*Написанная учащимися программа может отличаться от представленного образца.*

### Понятия и термины

**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.

## 15. ПРОГРАММИРОВАНИЕ В РЕЖИМЕ BLOCKLY. ВЛОЖЕННЫЕ ЦИКЛЫ

[Вложенные циклы: назначение, разновидности и правила вложения. Вложенные циклы в Dobot Blockly. Практическое задание. Пример готовой программы для выполнения задания. Понятия и термины]

### Вложенные циклы: назначение, разновидности и правила вложения

В случае необходимости повторения внутри тела цикла некой последовательности действий применяются вложенные циклы.

В зависимости от порядка вложения циклов друг в друга выделяют две разновидности расположения вложенных циклов:

- последовательно вложенные циклы — расположение циклов, при котором каждый следующий цикл полностью расположен внутри предыдущего (по типу матрешки);
- параллельно вложенные циклы — расположение, при котором во внешнем цикле два или более цикла расположены один под другим (по типу чайных пакетиков в коробке).

Каждый из циклов составляется и выполняется как обычный цикл.

При вложении внутренних циклов не допускается их пересечение внутри внешнего цикла.

Количество исполнений тела внутреннего цикла соответствует произведению количества итераций внутреннего и всех внешних циклов.

### Вложенные циклы в Dobot Blockly

Попросите учащихся разделиться на небольшие группы и самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе: включить ПК, запустить ПО DobotStudio, выполнить подключение манипулятора к компьютеру, зайти в «Режим Blockly» и создать новый файл программы.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

Используйте в качестве рабочего инструмента манипулятора вакуумный захват, установленный на прошлом занятии.

Убедитесь, что в ПО верно указан тип рабочего инструмента. Если его необходимо сменить, нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна, и выберите пункт «Присоска».

Предложите учащимся оптимизировать программу, написанную ими на одном из предыдущих занятий (занятие 13 — перемещение кубиков в 9 точек, расположенных в форме квадрата).

Попросите открыть программу, поместить все итерации в циклы так, как это было показано на прошлом занятии, и прокомментировать оптимизированную программу.

- Фрагмент кода программы, в котором присваиваются значения переменным и задается высота прыжка, остается неизменным для обеих модификаций программы: без циклов и с ними.



Рис. 15.1

- Выделяем итерацию в том фрагменте кода программы, который отвечает за перемещение первых трех кубиков по оси X, помещаем ее в цикл и задаем количество повторений.

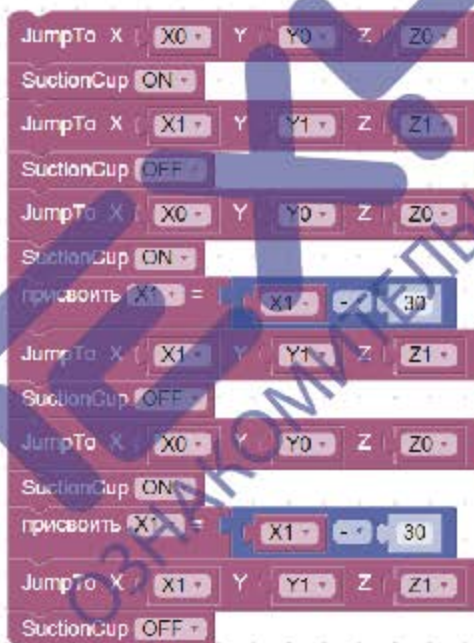


Рис. 15.2

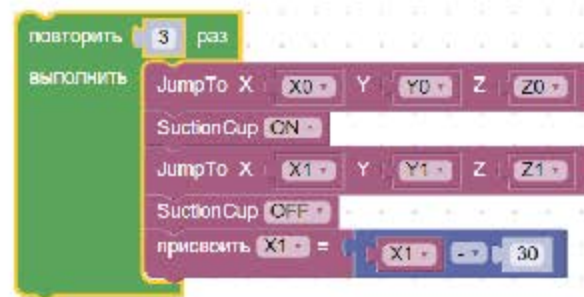


Рис. 15.3

- Повторяем операцию для второго и третьего ряда кубиков (по оси X).
- Каждое смещение по оси Y происходит один раз, поэтому присвоение значений переменным находится вне циклов.

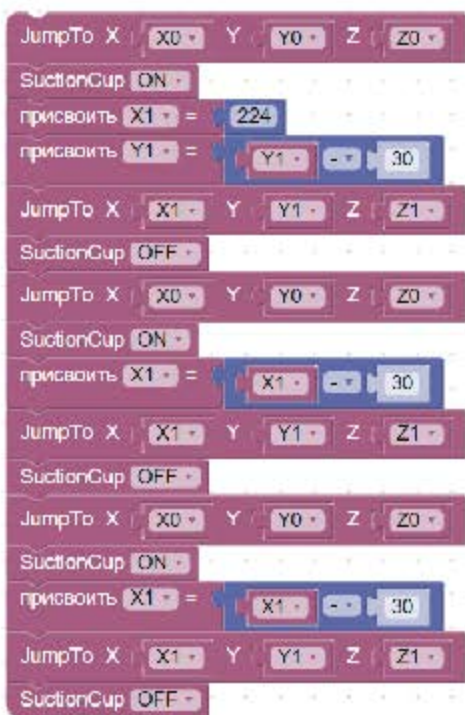


Рис. 15.4

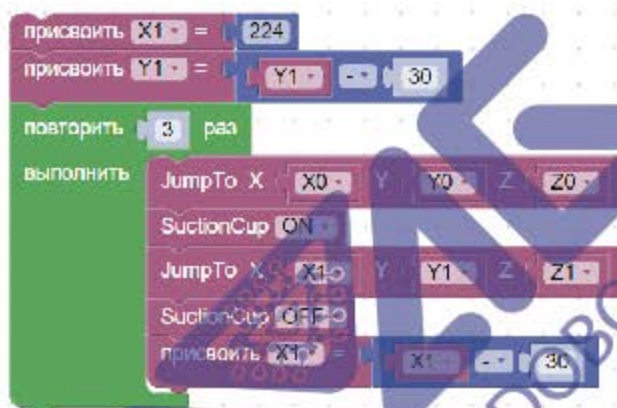


Рис. 15.5

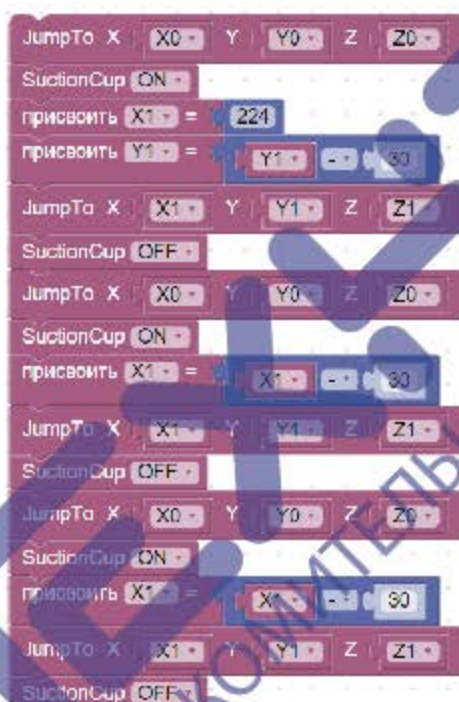


Рис. 15.6

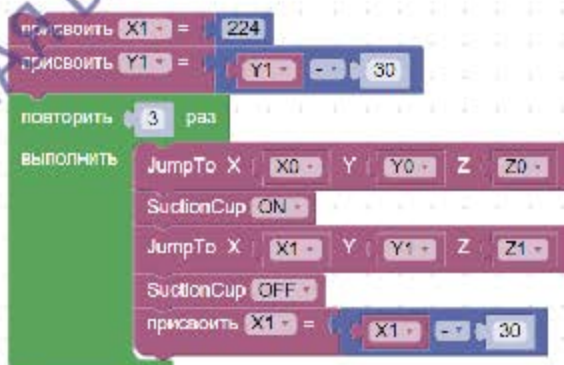


Рис. 15.7

— Окончание программы: подъем рабочего инструмента и возвращение манипулятора в стартовую позицию — одинаковое для обеих программ.



Рис. 15.8

1. Запустите программу, чтобы убедиться в ее работоспособности.
2. В случае необходимости помогите учащимся.
3. Сохраните программу.

Обратите внимание учащихся на то, что все три цикла полученной программы имеют одинаковый вид, а значит, тоже могут быть помещены в цикл.

Обсудите с учащимися, какая часть блоков останется вне циклов, какая будет принадлежать внешнему циклу, какая — внутреннему.

Предложите учащимся еще более усовершенствовать программу, сократив ее при помощи вложенных циклов.

Если учащиеся затрудняются выполнить задание самостоятельно, продемонстрируйте процесс оптимизации программы и прокомментируйте каждый шаг.

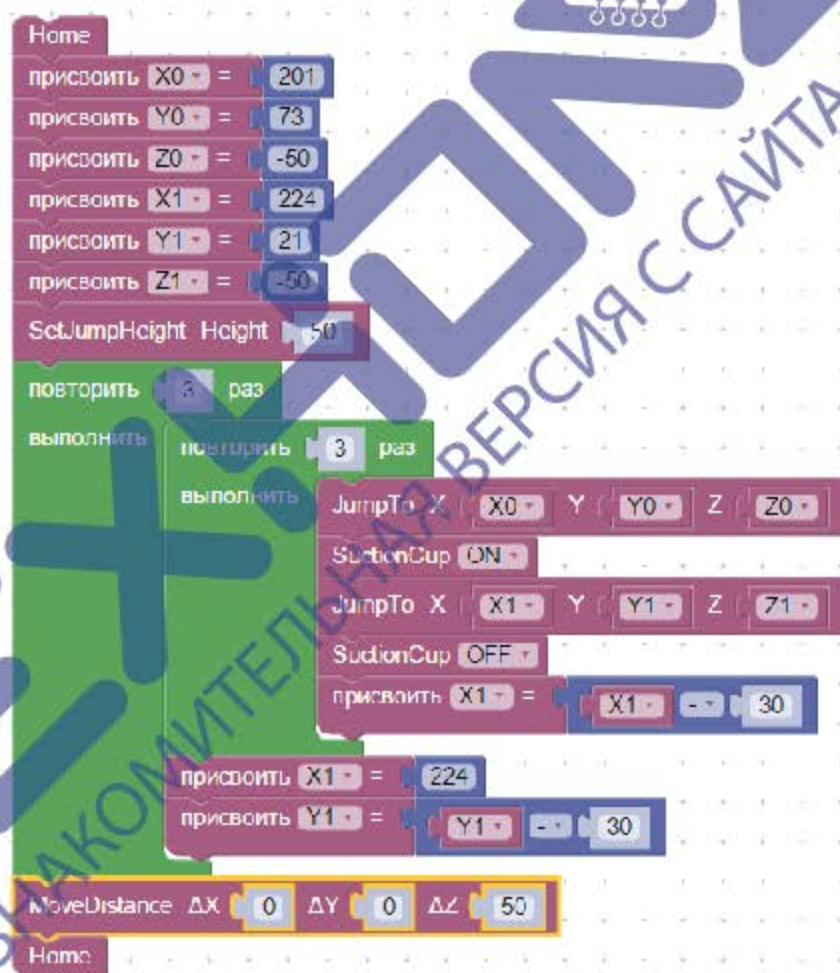


Рис. 15.9

Протестируйте программу и сохраните ее.

Сравните три вида одной программы: написанную с использованием циклов, без них и программу с вложенными циклами. Задайте вопрос: какую программу легче написать? А считать и отладить?

## Практическое задание

Предложите учащимся самостоятельно написать программу с вложенными циклами.

**Подготовьте заранее и раздайте командам листы формата А4 с разметкой зон А и Б.**

1. В зоне А расположите 9 клеток по три в ряд, всего 3 ряда (в форме квадрата). В зоне Б — 3 клетки в вертикальном или горизонтальном порядке.
2. Размер каждой клетки должен соответствовать основанию кубика (25 x 25 мм).
3. Расстояние между клетками в зоне Б = 50 мм.
4. Попросите разместить и закрепить при помощи скотча листы на таком расстоянии от манипулятора, чтобы все клетки попали в его рабочую зону. Если поверхность, на которой располагаются манипуляторы позволяет, можно разметить зоны мелом или любым другим способом.

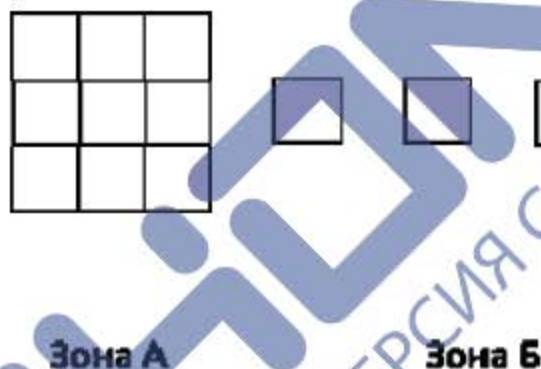


Рис. 15.10

**Объясните задание:** в зоне А вплотную друг к другу располагаются деревянные кубики, необходимо переместить их на три клетки зоны Б таким образом, чтобы построить три башни.

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.

Дайте командам время, чтобы выбрать стратегию перемещения кубиков и обсудить, какие переменные необходимо задать, какой тип движения следует использовать при перемещении кубиков, какие координаты будут меняться и на сколько.

Предложите написать программу, протестировать ее и сохранить на компьютере.

Если программа не работает или работает некорректно, попросите найти ошибки и отладить программу. Помогите учащимся, если это необходимо.

## Пример готовой программы для выполнения задания\*

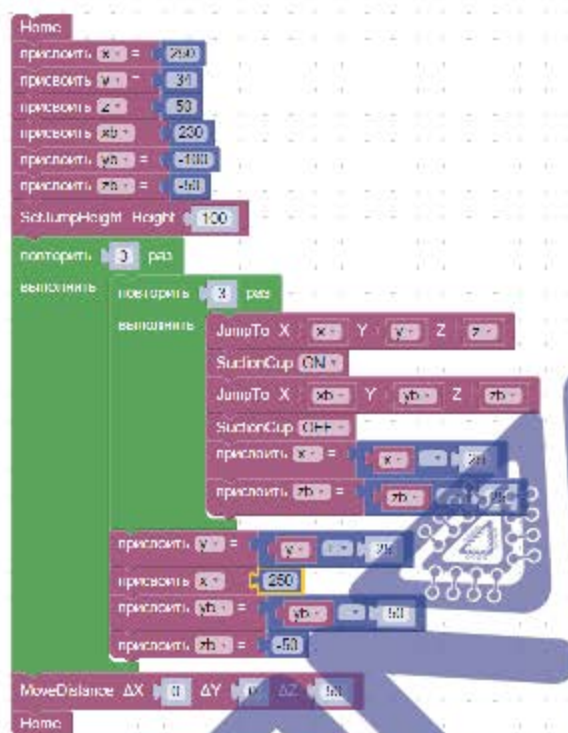


Рис. 15.11

\*Написанная учащимися программа может отличаться от представленного образца.

### Понятия и термины

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

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



## 16. ПРОГРАММИРОВАНИЕ В РЕЖИМЕ BLOCKLY. ВЕТВЛЕНИЯ

[Ветвления: особенность и назначение. Программирование ветвлений в Dobot Blockly: выбор одного варианта. Практическое задание. Пример готовой программы для выполнения задания. Терминологический минимум]

### Ветвления: особенность и назначение

В простой программе по перемещению кубиков действия выполняются последовательно. Если же возникает необходимость выполнить какую-то одну часть кода из двух и более, в программу обычно вводится условие. В случае если от выполнения или невыполнения этого условия зависит, будут ли совершаться действия, а также когда требуется, чтобы при одних условиях выполнялась одна последовательность действий, а при других — другая, в программировании применяется ветвление.

В основе ветвления, как и отдельных циклов, лежат логические операторы сравнения, определяющие необходимость выполнения следующих строк кода.

Иными словами, ветвление — это разветвляющийся алгоритм, в котором в зависимости от условия выполняется либо одна, либо другая последовательность действий.

### Программирование ветвлений в Dobot Blockly: выбор одного варианта

Попросите учащихся разделиться на небольшие группы и самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе: включить ПК, запустить ПО DobotStudio, выполнить подключение манипулятора к компьютеру, зайти в «Режим Blockly» и создать новый файл программы.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

Используйте в качестве рабочего инструмента манипулятора вакуумный захват, установленный на прошлом занятии.

Убедитесь, что в ПО верно указан тип рабочего инструмента. Если его необходимо сменить, нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна, и выберите пункт «Присоска».

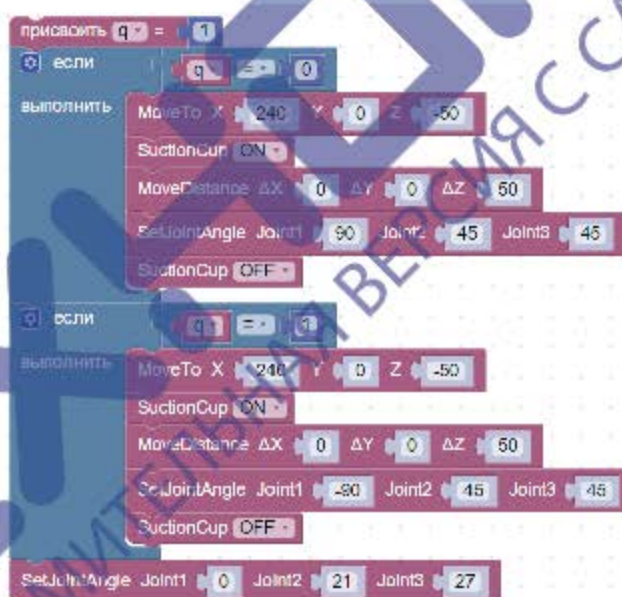
**Предложите учащимся запрограммировать полуавтоматическую сортировку кубиков из точки А в одну из двух зон: красную или синюю — расположенных справа и слева от основания манипулятора.**

1. Объясните задание: в точку А ставится кубик красного или синего цвета, манипулятор должен самостоятельно принять решение, в какую из двух зон переместить кубик.

- Кубики в точку А ставит оператор манипулятора в произвольном порядке.
- Информацию о том, какой кубик стоит в точке А, манипулятор получает от оператора.
- В зависимости от цвета кубика манипулятор перемещает его либо влево, либо вправо. Следовательно, необходимо задать условие, в зависимости от которого манипулятор выберет направление движения.

**Обсудите с учащимися, какое условие необходимо задать, чтобы манипулятор начал сортировку: «если кубик красного цвета, выполнить перемещение в красную зону, если синего — в синюю».**

- Каким образом сказать манипулятору, что кубик красного / синего цвета?
  - Очевидно, что каждый раз нужно присваивать переменной соответствующее значение.
  - Договоритесь, что переменной с именем *q* в зависимости от цвета поставленного кубика будет присваиваться значение 0 — если кубик красного цвета, и 1 — если синего.
  - Присваивать значение будет оператор: вручную при постановке каждого нового кубика.



*Рис. 16.1*

- После того как условие обговорено, составьте два ветвления, каждое из которых предполагает выбор одного варианта: да или нет.
- Внутри каждого ветвления разместите блоки движения, задав координаты красной и синей зон.

Дайте учащимся протестировать программу и сохраните ее в новом файле.

Поставьте перед манипулятором два кубика и попросите учащихся подумать, может ли манипулятор совершить самостоятельный выбор, какой из двух кубиков переместить.

Манипулятор без помощи датчиков может совершать только (псевдо) случайный выбор, если в программе стоит генератор (псевдо) случайных чисел.

**Предложите учащимся совместно написать программу «Рулетка», предполагающую случайный выбор кубика и сброс его в какой-либо точке.**

1. Присвойте переменной значение генератора случайных чисел.
2. Установите текстовый блок для вывода в журнале запусков сгенерированного значения, чтобы отслеживать верность выбора.
3. Создайте два ветвления: первое с условием выбора красного кубика ( $q = 0$ ), второе — синего ( $q = 1$ ).



Рис. 16.2

4. Пропишите задачу для выполнения при соблюдении условия: переместиться к одному из двух кубиков и совершить его захват.
5. Завершите программу перемещением в точку сброса с последующим сбросом кубика.
6. Можно поставить программу в цикл, чтобы посмотреть, как работает генератор случайных чисел.

Запустите программу, чтобы убедиться, что в зависимости от выпавшего значения манипулятор забирает и сбрасывает один из двух кубиков: либо красный, либо синий.

Сохраните программу в новом файле.

Спросите учащихся, в каких из написанных ими ранее программ можно было бы использовать ветвления и какой выбор следовало бы задавать.

**Предложите ребятам изменить программу переноса кубиков из квадрата (3 x 3 клетки) в три точки (занятие 15) и переделать цикл с вложенным циклом на цикл с ветвлением.**

1. Обсудите, какое условие поместить в блок ветвления, чтобы получился выбор одного из двух вариантов, и какие варианты оставить.
2. Попросите открыть программу и самостоятельно переписать код.
3. Если учащиеся затрудняются выполнить задание самостоятельно, модифицируйте программу и прокомментируйте действия.

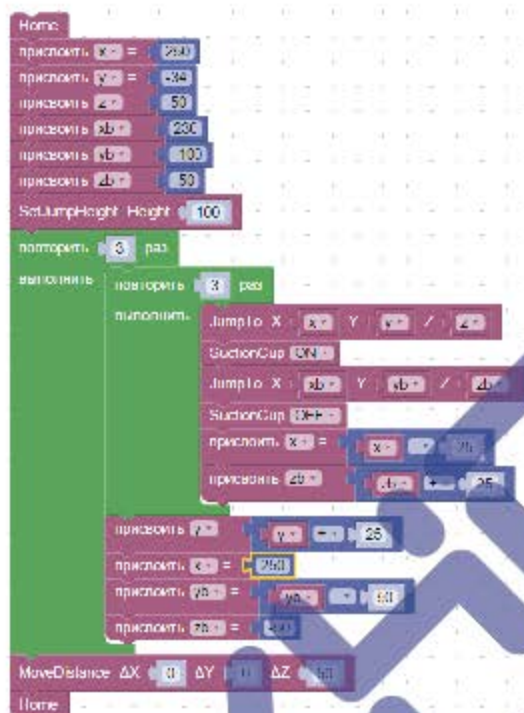


Рис. 16.3

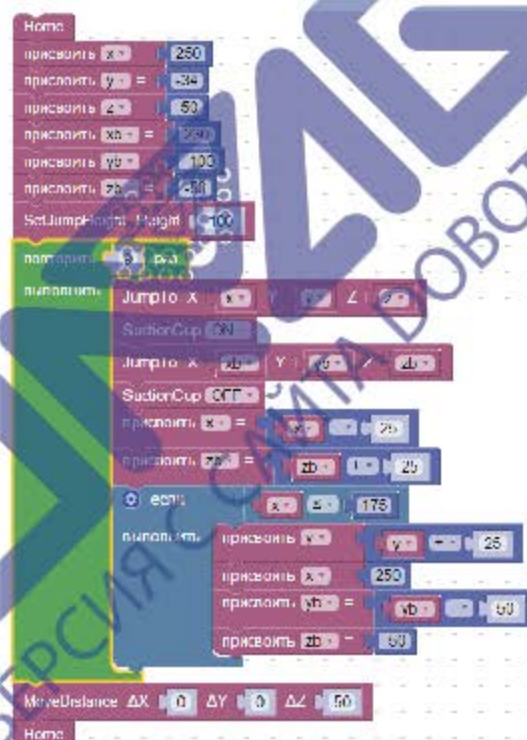


Рис. 16.4

- Удаляем блок внешнего цикла, оставив вложенный цикл и блоки переменных.
- Блоки переменных из внешнего цикла помещаем в блок ветвления.
- Помещаем ветвление в цикл и задаем количество повторений — 9.
- Для запуска цикла с измененными координатами  $y$  и  $z$  задаем условие: «если  $x \leq 175$ ».

— *Каким образом вычисляем значение  $x$ ?*

Это значение крайнего в ряду кубика (по оси  $X$ ), после перемещения которого манипулятор начинает перемещать следующий по оси  $Y$  ряд.

4. Запустите программу, чтобы убедиться в ее работоспособности, и сохраните в новом файле.

### Практическое задание

Предложите учащимся самостоятельно написать программу с ветвлением.

**Подготовьте заранее и раздайте командам листы формата А4 с разметкой зон А и Б.**

1. В зоне А расположите 1 клетку, в зоне Б — 6 клеток в горизонтальном порядке.
2. Размер каждой клетки должен соответствовать основанию кубика (25 x 25 мм).



*Рис. 16.5*

3. Попросите разместить и закрепить при помощи скотча листы на таком расстоянии от манипулятора, чтобы все клетки попали в его рабочую зону. Если поверхность, на которой располагаются манипуляторы позволяет, можно разметить зоны мелом или любым другим способом.

**Объясните задание: в зоне А стоит кубик; необходимо переместить последовательно 12 кубиков из зоны А в зону Б и поставить их вплотную друг к другу в два ряда один поверх другого.**

1. В начале и в конце программы манипулятор должен находиться в стартовой позиции.
2. Кубики в зону А один за другим помещаются каждый раз, когда клетка освобождается.

Дайте командам время, чтобы обсудить, какие переменные необходимо задать и как их назвать, какое условие поставить и какой выбор будет осуществлять манипулятор, какой тип движения следует использовать при перемещении кубиков и нужна ли задержка, какие координаты будут меняться и на сколько.

Предложите протестировать программу и сохранить на компьютере.

Если программа не работает или работает некорректно, попросите найти ошибки и отладить программу. Помогите учащимся, если это необходимо.

Усложните задачу и попросите второй ряд кубиков ставить поверх первого в обратном порядке, начиная с дальней клетки.

Обсудите, как заставить манипулятор двигаться в обратном направлении, попросите написать, протестировать и отладить программу.

### **Пример готовой программы для выполнения задания\***

Построение рядов в одном направлении:

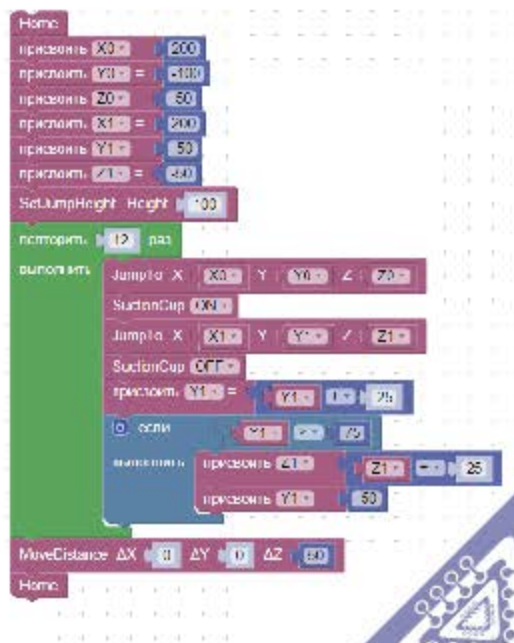


Рис. 16.6

Построение рядов в разных направлениях:

Вводим переменную K, присваиваем ей значение одного шага манипулятора (25 мм).

Чтобы манипулятор начал движение в обратном направлении, в блоке ветвления присваиваем переменной K значение со знаком минус (умножаем K на  $-1$ ). Теперь в цикле каждый раз значение  $Y_1$  будет не увеличиваться на 25, а уменьшаться.

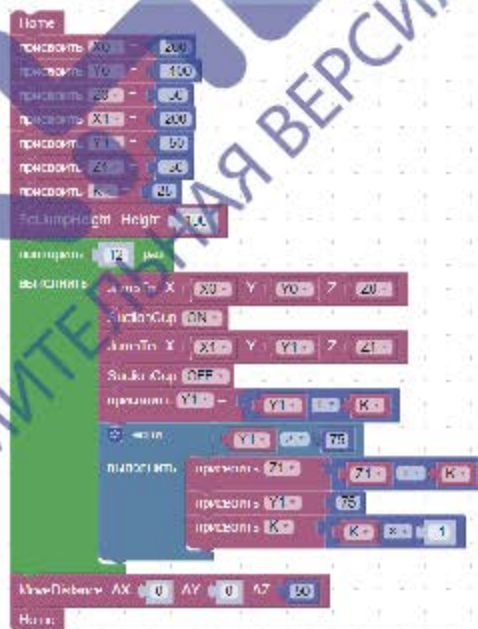


Рис. 16.7

\*Написанная учащимися программа может отличаться от представленного образца.

## Понятия и термины

**Ветвление** — это конструкция языка программирования, обеспечивающая выполнение заданных действий только при соблюдении некоторого условия.

## 17. ПРОГРАММИРОВАНИЕ В РЕЖИМЕ BLOCKLY. ВЛОЖЕННЫЕ ВЕТВЛЕНИЯ

[Программирование вложенных ветвлений: парный выбор и множественные проверки. Практическое задание. Пример готовой программы для выполнения задания. Понятия и термины]

### Программирование вложенных ветвлений: парный выбор и множественные проверки

Попросите учащихся разделиться на небольшие группы и самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе: включить ПК, запустить ПО DobotStudio, выполнить подключение манипулятора к компьютеру, зайти в «Режим Blockly» и создать новый файл программы.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

Используйте в качестве рабочего инструмента манипулятора вакуумный захват, установленный на прошлом занятии.

Убедитесь, что в ПО верно указан тип рабочего инструмента. Если его необходимо сменить, нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна, и выберите пункт «Присоска».

Откройте программу с генератором случайных чисел (занятие 16) и обсудите с учащимися, что происходит при ее запуске.

При каждом запуске программы проверяется два условия: «это 0 или нет», «это 1 или нет». В зависимости от условия манипулятор совершает какое-то действие. Для того чтобы начать действовать, ему необходимо проверить условие. При этом если бы стоял выбор из 4 кубиков, пришлось бы осуществлять 4 проверки, из 8 кубиков — 8 проверок и т. д. Если же сгенерировать число от 0 до 1023, то 1024 проверки.

### Насколько реально написать такую программу?

В случае необходимости множественных проверок рационально воспользоваться так называемым парным выбором.

Например, если необходимо совершить выбор между 2 кубиками, задается всего один вопрос: «Это 0?» или «Это 1?». Очевидно, что если не 0, то 1, и наоборот. Таким образом, количество вопросов сокращается, следовательно, сокращается и количество действий.

Так, если сгенерировать 4 числа, например, от 0 до 3, то понадобится 2 вопроса. При этом выбор второго вопроса будет зависеть от ответа на первый. То есть часть возможных вопросов не будет задана вовсе.

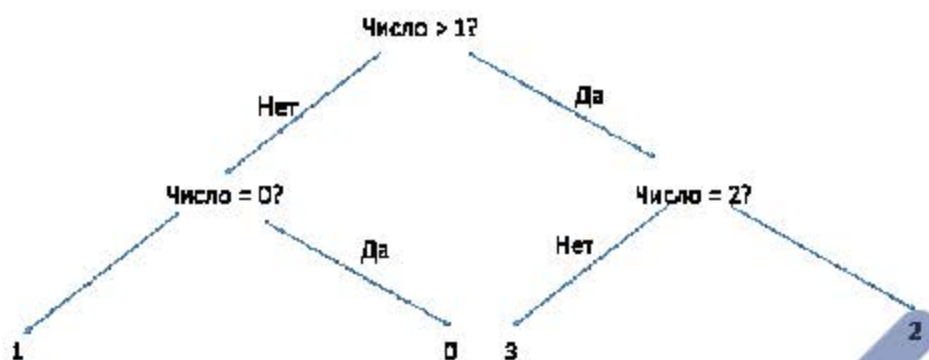


Рис. 17.1

Для 8 чисел потребуется 3 вопроса, для 16 — 4.

### Как понять, сколько вопросов потребуется задать?

Для определения количества необходимых вопросов нужно понять, в какую степень возвести 2 (парный выбор), чтобы получить количество состояний (в данном случае сгенерированных чисел).

Так, при генерировании чисел от 0 до 1023 нужно реализовать всего 10 вопросов.

Если количество состояний не кратно числу, которое является степенью 2, ориентироваться нужно на ближайшее большее число. Например, для 10 чисел — 4 вопроса, для 13 — тоже 4, как и для 16.

### Предложите учащимся совместно оптимизировать программу с генератором случайных чисел.

1. В логическом блоке «Если ... выполнить» добавьте при помощи кнопки параметров пункт «...иначе».
2. Перенесите в блок ветвления последовательность действий для случая невыполнения условия.

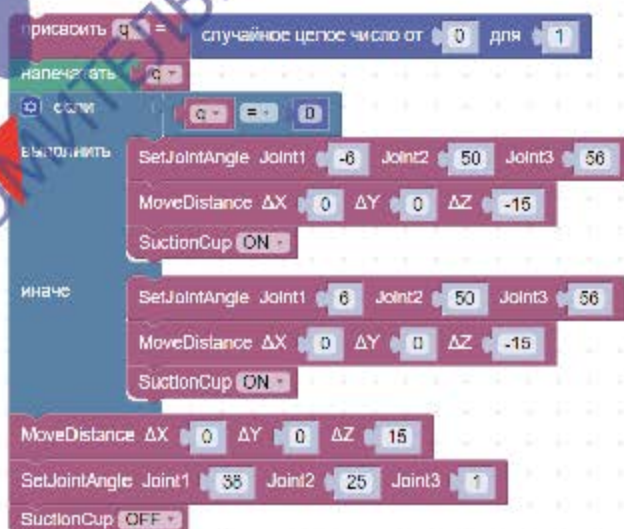


Рис. 17.2

3. Запустите программу, чтобы убедиться в ее работоспособности.



Усложните задачу и предложите сгенерировать 4 числа: от 0 до 3 («от 0 до 4»).

1. Определите количество вопросов, их содержание и последовательность.
2. Спросите: как можно задать вопрос внутри вопроса? При помощи вложенного ветвления.

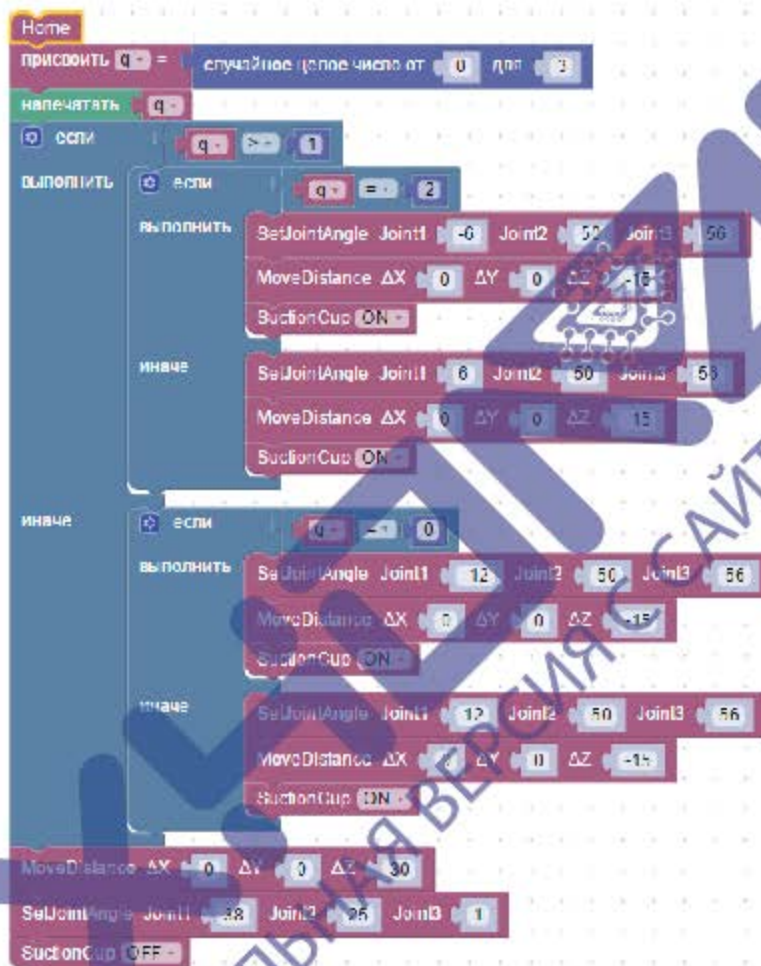


Рис. 17.3

3. Протестируйте программу несколько раз.

**А если нужно задать множественный выбор, например от 0 до 6 («от 0 до 7»)?**

Чтобы не запутаться во вложенных ветвлениях, можно использовать модификацию блока выбора.

1. В логическом блоке «Если ... выполнить» добавьте при помощи кнопки параметров пункт «...иначе если...» столько раз, сколько выборов предстоит совершить.
2. Пропишите условия для каждого из 7 совершаемых выборов.
3. Расставьте 7 кубиков по окружности, чтобы задать координаты перемещения, и внесите данные в программу.



Рис. 17.4

4. Запустите программу и убедитесь в ее работоспособности.
5. Попросите ребят внимательно посмотреть на программу и подумать над вопросом, можно ли говорить о вложенных ветвлениях, если использован один блок ветвления?

Множественный выбор реализован таким образом, что в нем всегда осуществляется серия парных выборов, которые производятся программой автоматически.

### Практическое задание

Предложите учащимся самостоятельно написать программу с вложенным ветвлением для игры в лото.

Подготовьте заранее и раздайте командам листы формата А4 с разметкой зон А и Б.

1. В зоне А расположите вплотную друг к другу 4 клетки в горизонтальном порядке, в зоне Б — 12 клеток: 6 клеток в ряд, всего 2 ряда.
2. Раскрасьте клетки в обеих зонах: в зоне А сделайте клетки разных цветов, соответствующих цветам кубиков (красный, синий, зеленый, желтый), в зоне Б — по 4 клетки каждого цвета. Клетки можно подписать или пронумеровать.
3. Размер каждой клетки 30 x 30 мм.
4. Расстояние между зонами произвольное.

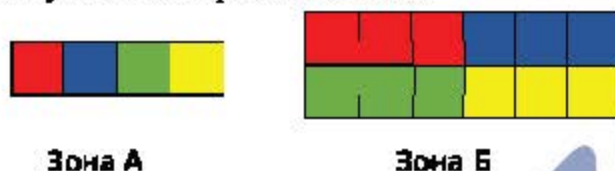


Рис. 17.5

5. Попросите разместить и закрепить при помощи скотча листы на таком расстоянии от манипулятора, чтобы все клетки попали в его рабочую зону. Если поверхность, на которой располагаются манипуляторы, позволяет, можно разметить зоны мелом или любым другим способом.

**Объясните задание: в зоне А стоят кубики четырех цветов; необходимо в случайном порядке совершить выбор кубика и переместить его на клетку своего цвета в зоне Б, при этом второй и третий кубики того же цвета должны быть поставлены на вторую и третью клетки поля соответствующего им цвета. Игра завершается, когда любые три клетки одного цвета окажутся закрыты.**

1. Кубики соответствующего цвета в зону А один за другим помещаются каждый раз, когда освобождается клетка.
2. За каждой клеткой в зоне А закреплено значение своего цвета.
3. Игра прерывается вручную при помощи кнопки «Стоп», размещенной в левой верхней части окна ПО.

Обсудите с учащимися, сколько переменных необходимо создать, как их назвать и какие значения им присвоить, как организовать цикл, сколько ветвлений понадобится и какие условия поставить.

Дайте учащимся время, чтобы провести всю подготовительную работу, и попросите написать, протестировать и сохранить программу.

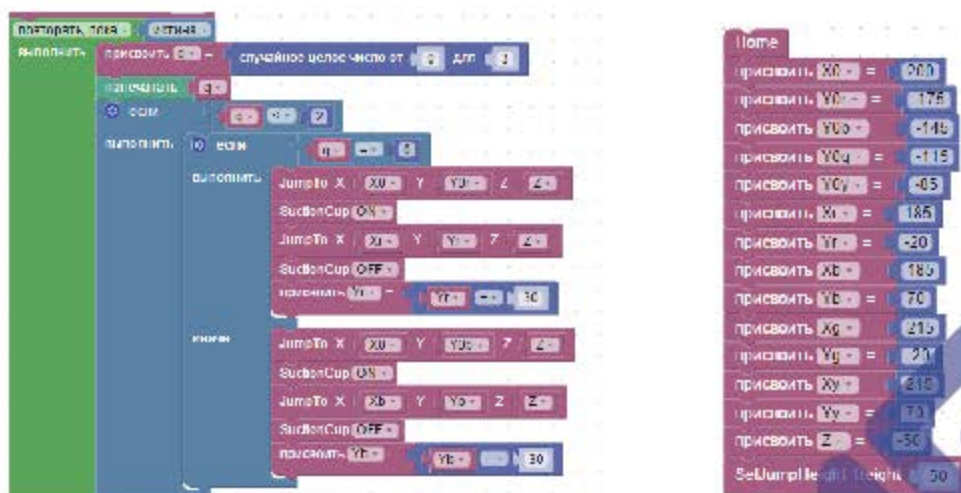
Если программа не работает или работает некорректно, попросите найти ошибки и отладить программу. Помогите учащимся, если это необходимо.

Спросите, как при помощи вложенного ветвления можно запрограммировать автоматический выход из цикла при заполнении трех клеток одного цвета.

Предложите оптимизировать написанную программу.

### **Пример готовой программы для выполнения задания\***

Игра «Лото» с ручным прерыванием программы:



Присваиваем каждому цвету свое число: например, красный (r) — 0, синий (b) — 1, зеленый (g) — 2, желтый (y) — 3.

Создаем переменные и присваиваем им значение ключевых точек в зонах А и Б для каждого цвета:  $X_0$ ,  $Y_0$  — в зоне А и  $X$ ,  $Y$  — в зоне Б. Значение  $Z$  при перемещениях меняться не будет.

Координата  $X_0$  для всех кубиков в зоне А — неизменная. Значение каждого последующего  $Y_0$  в зоне А отличается от предыдущего на 30 мм.

В зоне Б общие значения координат для пар кубиков: красного и зеленого, синего и желтого — по оси  $X$ ; красного и синего, зеленого и желтого — по оси  $Y$ .

Создаем переменную и присваиваем ей значение генератора случайных чисел от 0 до 3.

Выбираем цикл с условием повторения и задаем значение истины, чтобы обеспечить бесконечное количество повторений.

Добавляем текстовый блок для вывода в журнале запуска сгенерированного числа. (Необязательное действие.)

Добавляем 2 ветвления с условиями выбора: « $q < 2$ » и « $q \geq 2$ ».



Рис. 17.6

Внутри каждого блока делаем вложенное ветвление со вторым вопросом. Используем логический блок «если... иначе...».

Прописываем последовательность действий для каждого из выборов.

Задаем увеличение шага на 30 мм для каждого последующего кубика в зоне Б.

Игра «Лото» с автоматическим выходом из цикла при заполнении трех клеток одного цвета:



Для того чтобы организовать автоматическое прерывание цикла, необходимо задать условие выхода из цикла. В данном случае — такое положение рабочего инструмента манипулятора, которое соответствует третьей клетке каждого цветового поля.

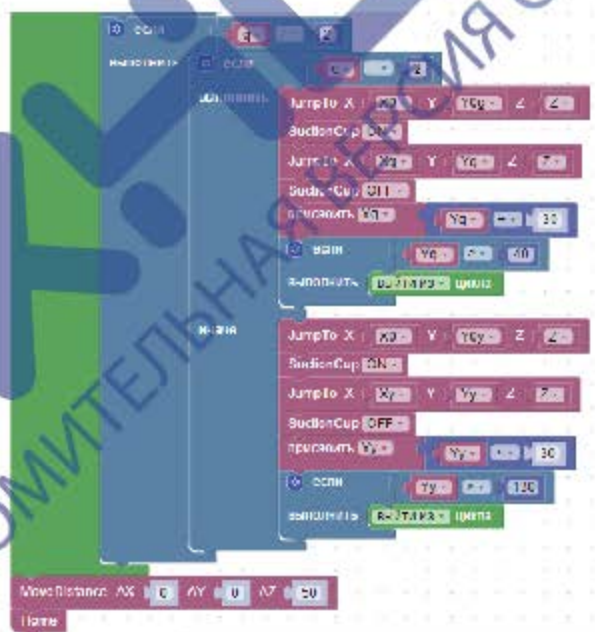


Рис. 17.7

\*Написанная учащимися программа может отличаться от представленного образца.

## Понятия и термины

**Вложенное ветвление** — это ветвление, которое находится внутри другого ветвления.

## 18. ПРОГРАММИРОВАНИЕ В РЕЖИМЕ BLOCKLY. БУЛЕВА ЛОГИКА

[Булева логика: понятие, основные логические операции и комбинации логических значений. Программирование логических операций в Dobot Blockly. Практическое задание. Пример готовой программы для выполнения задания. Понятия и термины]

### Булева логика: понятие, основные логические операции и комбинации логических значений

Булева логика получила свое название по фамилии британского математика Джорджа Буля, который в 1854 году опубликовал исследование законов мышления и тем самым обосновал математические теории логики и вероятностей. По Булю, все высказывания являются либо истинными, либо ложными. Не может быть что-нибудь между ними — таков закон исключения третьего.

Основные логические операции проводятся над утверждениями со значениями истины или лжи с использованием операторов И, ИЛИ и НЕ:

- логическое умножение (конъюнкция) — ИЛИ;
- логическое сложение (дизъюнкция) — И;
- логическое отрицание — НЕ.

При сочетании исходных утверждений могут быть сформулированы другие высказывания, которые также будут являться истинными или ложными.

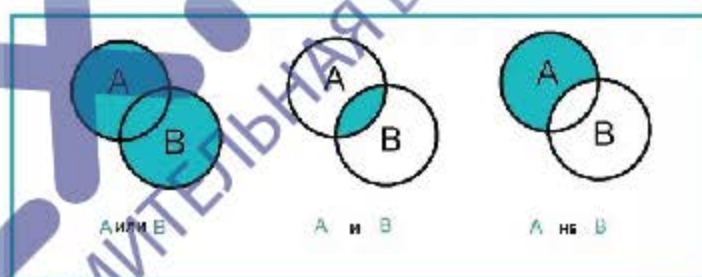


Рис. 18.1

Например, на столе стоят два кубика. Истинны два утверждения: один кубик красный, другой — синий. Если один из кубиков упадет со стола, то очевидно, что это будет ИЛИ красный, ИЛИ синий кубик. Если же стол опрокинется, то упадут красный И синий кубики. Если красный кубик поднять, то очевидно, что это будет НЕ синий кубик.

Математический аппарат логики Буля оперирует логическими переменными, которые могут принимать только два значения: 0 (ложь) и 1 (истина). Логические величины 0 и 1 нельзя трактовать как числа, над ними нельзя производить арифметические действия, поскольку алгебра логики — это не алгебра чисел, а алгебра состояний.

Булева логика послужила основным математическим инструментом при создании компьютеров: она легко преобразуется в битовую логику, где истинность высказывания обозначается одним битом (0 — ложь, 1 — истина).

Конечный вариант какой-либо комбинации логических значений напрямую зависит от типа проводимой операции:

- поскольку оператор И использует умножение, если хоть одно утверждение сформированного высказывания ложно, конечный результат также даст ложь:  $0 \times 1 = 0$ ;  $1 \times 0 = 0$ . Значение истины останется верно лишь в том случае, когда истинны все утверждения ( $1 \times 1 = 1$ );
- оператор ИЛИ использует сложение, поэтому если хоть одно утверждение истинно, конечный результат будет истиной:  $0 + 1 = 1$ ;  $1 + 0 = 1$ ;  $1 + 1 = 1$ . Критерий ИЛИ вернет значение лжи в единственном случае — когда все утверждения ложны:  $0 + 0 = 0$ ;
- оператор НЕ меняет значение утверждения на противоположное: не 0 — это 1; не 1 — это 0.

Умножение (конъюнкция)			Значение
Истина	И	Истина	Истина
Истина	И	Ложь	Ложь
Ложь	И	Истина	Ложь
Ложь	И	Ложь	Ложь
Сложение (дизъюнкция)			Значение
Истина	ИЛИ	Истина	Истина
Истина	ИЛИ	Ложь	Истина
Ложь	ИЛИ	Истина	Истина
Ложь	ИЛИ	Ложь	Ложь
Отрицание			Значение
НЕ		Истина	Ложь
НЕ		Ложь	Истина

Например, если на пустой стол поставить кубик красного цвета и кубик синего цвета, то истинными будут два утверждения: «на стол поставлен кубик красного цвета», «на стол поставлен кубик синего цвета». Утверждение, что стоящие на столе кубики — это кубики красного и синего цвета, единственно истинное. Любое другое сочетание цветов в этом высказывании окажется ложным. Если же со стола взять один кубик, положить его в коробку, в которой лежат желтый и зеленый кубики, и спросить, какого он цвета, то истинными будут варианты «красный или синий», «красный или зеленый», «желтый или красный» — и так до тех пор, пока оба варианта из предложенных не окажутся ложными: «желтый или зеленый». Если на столе остался синий кубик, то очевидно, что взятый кубик не синий.

## Программирование логических операций в Dobot Blockly

Предложите учащимся разделиться на небольшие группы и самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе: включить ПК, запустить ПО DobotStudio, выполнить подключение манипулятора к компьютеру, зайти в «Режим Blockly» и создать новый файл программы.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

Используйте в качестве рабочего инструмента манипулятора вакуумный захват.

Убедитесь, что в ПО верно указан тип рабочего инструмента. Если его необходимо сменить, нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна, и выберите пункт «Присоска».

Попросите учащихся открыть программу игры в лото с автоматическим выходом из цикла, написанную ими на прошлом занятии, и предложите ее оптимизировать.

1. Обсудите, какие логические операции можно использовать, чтобы задать условие выхода из цикла, куда поместить логические блоки и какие блоки необходимо убрать при этом из программы.
2. Спросите, какой логический оператор (И/ИЛИ) предпочтительнее в данной ситуации и почему.
3. Измените программу, комментируя каждый шаг.  
— Часть кода программы, в которой переменным присваиваются значения, остается неизменной:

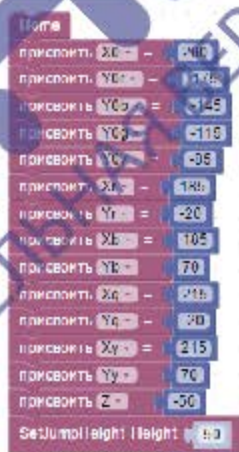


Рис. 18.2

- При создании цикла в зависимости от выбранной логической операции задаем условие: если мы используем логическое сложение (логический оператор ИЛИ), то «повторять, пока не...» (повторять цикл, пока одно из утверждений не станет истиной):



Рис. 18.3



В этом случае сохраняются заданные в исходной программе условия, поскольку истинной является положение рабочего инструмента за пределами зоны Б.

- Если мы используем логическое умножение (логический оператор И), то условием выхода из цикла станет «повторять, пока...» — повторять, пока все высказывание является истинной:



Рис. 18.4

Обратите внимание, что изменяются изначально заданные условия, поскольку истинной теперь будет являться любое положение рабочего инструмента над зоной Б. Как только значение любого из  $Y$  выйдет за ее пределы, все высказывание станет ложным.

- Убираем из вложенных ветвлений условия выхода из цикла и оптимизируем внешнее ветвление (вместо двух ветвлений оставляем одно и задаем параметры «если выполнить... иначе...»):



Рис. 18.5

4. Запустите программу, чтобы убедиться в ее работоспособности.

### Практическое задание

**Предложите учащимся самостоятельно написать программу с использованием блоков логических операций.**

1. Используйте поле, подготовленное для выполнения предыдущего задания (игра «Лото»).

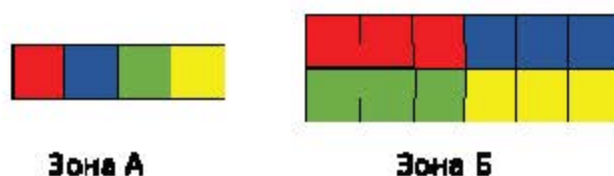


Рис. 18.6

2. Объясните задание: в зоне А стоят кубики четырех цветов; необходимо переместить их в зону Б и выстроить в один ряд, начиная с первой от зоны А клетки красного цвета; манипулятор автоматически должен завершить работу в тот момент, когда в ряду окажется три кубика одного цвета.
3. Выбор кубиков в зоне А происходит в случайном порядке.
4. Кубики соответствующего цвета в зону А один за другим помещаются каждый раз, когда освобождается клетка.
5. За каждой клеткой в зоне А закреплено значение своего цвета.
6. В зоне Б кубики ставятся последовательно один за другим независимо от цвета поля.
7. При перемещении любых трех кубиков одного цвета манипулятор должен вернуться в стартовую позицию.
8. В журнале запуска необходимо отразить количество перемещенных кубиков каждого цвета.

Дайте учащимся время, чтобы обсудить основные моменты:

- как отследить каждый третий кубик одного цвета;
- сколько переменных необходимо создать, как их назвать и какие значения им присвоить;
- координаты каких точек необходимо определить, чтобы организовать перемещение кубиков;
- сколько ветвлений понадобится и какие условия поставить;
- как организовать цикл и какую логическую операцию применить для выхода из цикла;
- какие данные использовать в качестве основного высказывания;
- как отразить в журнале запуска количество перемещенных кубиков.

Попросите провести всю подготовительную работу, написать, протестировать и сохранить программу.

Если программа не работает или работает некорректно, попросите найти ошибки и отладить программу. Помогите учащимся, если это необходимо.

### Пример готовой программы для выполнения задания\*

Присваиваем каждому цвету свое число: например, красный (r) — 0, синий (b) — 1, зеленый (g) — 2, желтый (y) — 3.

Создаем переменные и присваиваем им значение ключевых точек в зоне А для каждого цвета:  $X_0$ ,  $Y_0$ . Значение  $Z$  при перемещениях меняться не будет. Координата  $X_0$  для всех кубиков в зоне А — неизменная. Значение каждого последующего  $Y_0$  в зоне А отличается от предыдущего на 30 мм.

Поскольку в зоне Б кубики выстраиваются линейно, значения координат  $X1$  и  $Y1$  общие.

Создаем переменные для обозначения кубиков определенного цвета:  $r$ ,  $b$ ,  $g$ ,  $y$  — и присваиваем им значения количества перемещенных кубиков (на старте — 0).

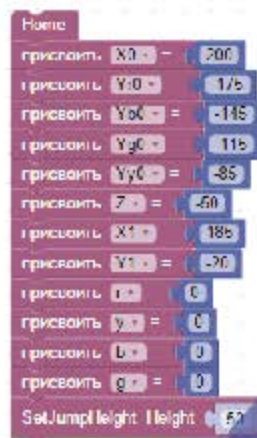


Рис. 18.7

Указываем высоту подъема рабочего инструмента при перемещении кубиков.



Рис. 18.8

Выбираем цикл с условием повторения, используем логический оператор И и задаем значение истины: «повторять, пока количество кубиков каждого цвета меньше 3». (Если использовать логическое сложение, изменится условие, а значит, и значение каждого утверждения («повторять, пока количество кубиков каждого цвета не больше 3».)



Рис. 18.9

Создаем переменную и присваиваем ей значение генератора случайных чисел от 0 до 3.

Добавляем текстовый блок для вывода в журнале запуска сгенерированного числа. Это позволит проверить точность итогового подсчета.

Добавляем ветвление с условиями выбора: «если  $q < 2$ , выполнить... иначе...».

Внутри каждого условия делаем вложенное ветвление со вторым вопросом. Используем логический блок «если... иначе...».

Прописываем последовательность действий для каждого из выборов: какой именно кубик забирать из зоны А.

После выполнения каждого захвата присваиваем переменным, обозначающим количество перемещенных кубиков каждого цвета, значение +1.

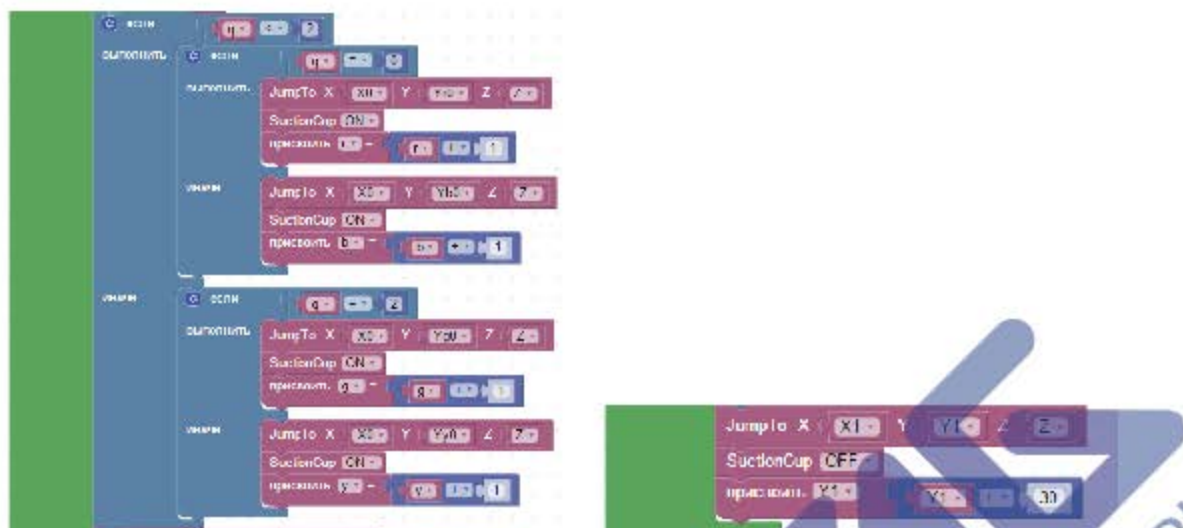


Рис. 18.10

Завершаем цикл перемещением кубиков на первую в зоне Б клетку и задаем увеличение шага на 30 мм для каждого последующего кубика.

Вставляем текстовые блоки для вывода в журнале запуска итоговых данных о количестве перемещенных кубиков каждого цвета. Для того чтобы разграничить информацию в журнале, используем какое-либо кодовое слово, например «итого».



Рис. 18.11

Поднимаем рабочий инструмент и завершаем программу возвращением манипулятора в стартовое положение.

*\*Написанная учащимися программа может отличаться от представленного образца.*

## Понятия и термины

**Булева логика** (алгебра логики) — это раздел математической логики, в котором изучаются логические операции над высказываниями.

**Булевы данные** — это тип данных, которые имеют только два типа значений: истина и ложь.

**Оператор** — это наименьший автономный элемент языка программирования, задающий полное описание действия, которое необходимо выполнить; команда или набор команд.

## 19. ПРОГРАММИРОВАНИЕ В РЕЖИМЕ BLOCKLY. ФУНКЦИИ

[Функции в Dobot Blockly. Практическое задание. Пример готовой программы для выполнения задания. Понятия и термины]

### Функции в Dobot Blockly

Предложите учащимся разделиться на небольшие группы и самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе: включить ПК, запустить программное обеспечение (ПО) DobotStudio, выполнить подключение манипулятора к компьютеру, зайти в «Режим Blockly» и создать новый файл программы.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

Используйте в качестве рабочего инструмента манипулятора вакуумный захват.

Убедитесь, что в ПО верно указан тип рабочего инструмента. Если его необходимо сменить, нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна, и выберите пункт «Присоска».

Спросите учащихся, что такое функция и для чего ее применяют в программировании. Обсудите полученные ответы.

Во многих программах неоднократно встречается какая-либо последовательность блоков, усложняющая написание кода необходимостью ее воспроизведения. Для упрощения работы и сокращения конечного размера программы вводятся функции.

Объединение часто используемых частей программы в блок «Функции» позволяет единожды задать имя целой части программы и в дальнейшем вставлять его как один блок с данным именем.

Продемонстрируйте процесс создания функции для осуществления какого-либо универсального действия и прокомментируйте все шаги.

Например, при перемещении рабочего инструмента из одной точки в другую многократно воспроизводится последовательность действий: подняться (опуститься) вертикально вверх (вниз) на определенную высоту, прийти в какую-либо точку, подняться (опуститься) вертикально вверх (вниз).

1. Для создания в Dobot Blockly функции перемещения необходимо выбрать в меню «Функции» первый блок «чтобы выполнить что-то», задать параметры и имя функции и сформировать тело функции, поместив внутри блока нужную последовательность действий.
2. *Какие параметры нужно ввести в функцию, чтобы осуществлять, к примеру, самое быстрое перемещение рабочего инструмента? Пере-*

мещение по типу «Jump» происходит достаточно медленно. Чтобы его ускорить, надо поднять рабочий инструмент над первой точкой, опустить его над второй точкой, а между точками переместиться по типу движения «SetJointAngle». Следовательно, нужно задать углы положения частей манипулятора относительно друг друга: J1, J2, J3.

3. Для осуществления захвата и постановки кубиков важны параметры высоты — Z1, Z2. В команде «Jump» высота подъема в начале движения и опускания в конце одинаковы. Имеет смысл сделать их разными, чтобы можно было изменять высоту подъема / опускания рабочего инструмента.
4. Параметры функции устанавливаются путем нажатия на знак «Параметры» (шестеренка в левом верхнем углу блока) с последующим выбором необходимого количества параметров.
5. Значения параметров могут меняться, поэтому их необходимо задавать каждый раз при использовании функции внутри программы.
6. Для облегчения считывания информации можно описать функцию, нажав на знак вопроса в верхней левой части блока.
7. Чтобы функция не загромождала рабочее пространство программы, ее можно свернуть до одной строки. Для этого нужно нажать на правую клавишу компьютерной мыши и выбрать пункт «Свернуть блок».
8. После того как заданы параметры, названо имя и сформировано тело функции, в разделе «Функции» появится новый блок с заданным именем, включающий в себя всю последовательность действий.
9. Функция быстрого перемещения рабочего инструмента «perjj»:

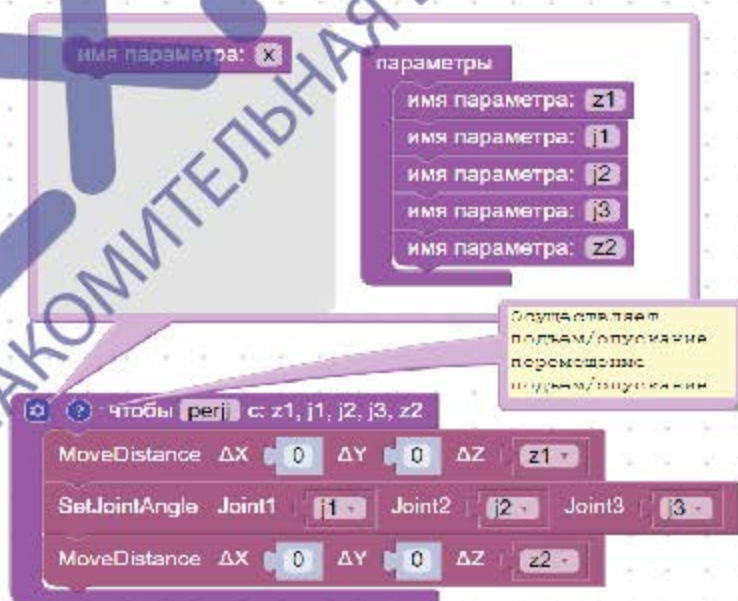


Рис. 19.1

10. После того как функция создана, ее можно использовать при написании программы.

**Составьте программу для перемещения кубика из точки А в точку Б, отмеченные произвольно в рабочей зоне манипулятора, и прокомментируйте каждый шаг.**

1. Обратите внимание, что сама функция (в свернутом или развернутом виде) обязательно должна находиться на рабочем поле Dobot Blockly: вверху над программой, сбоку от программы или под программой.
2. При написании программы функцию можно разместить горизонтально или вертикально. Выбрать вид: «Вставки внутри» или «Вставки снаружи» — можно путем нажатия правой клавиши компьютерной мыши.

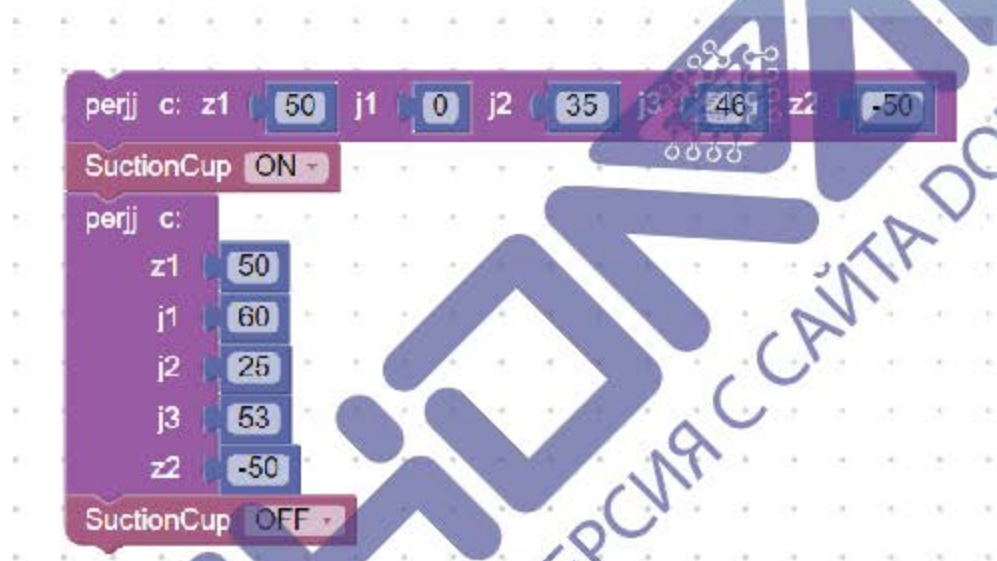


Рис. 19.2

3. Для того чтобы функция выполнила заложенные в нее действия, необходимо задать значения параметров для каждого перемещения отдельно. Подъем / опускание рабочего инструмента задается при помощи значений параметров Z1, Z2: поднять —  $Z = 50$ , опустить —  $Z = -50$ .

**Предложите учащимся совместно написать программу составления таблицы истинности для любого логического оператора, например для И.**

1. Разместите в пределах рабочей зоны манипулятора два ряда кубиков: справа от манипулятора красные, слева — зеленые. Используйте по 8 кубиков каждого цвета.
2. Договоритесь, что красные кубики примут значение 0 (ложь), зеленые — 1 (истина).
3. Перед манипулятором разместите поле с тремя условными зонами: «q1» — первое двоичное число, «q2» — второе двоичное число, «answer» — ответ операции.

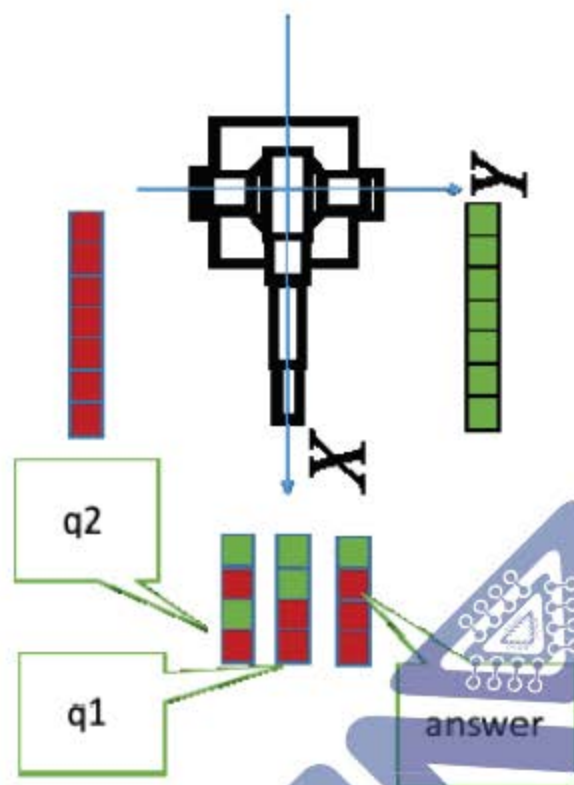


Рис. 19.3

4. Объясните задание: перебрать возможные варианты сочетания  $q1$  и  $q2$  и определить значение истины итогового высказывания булевой операции.
5. Обсудите, какие переменные потребуется создать, как их назвать и какие значения им присвоить.

Для того чтобы переместить красные и зеленые кубики в три ряда перед манипулятором, необходимо либо знать координаты 5 точек, по одной на каждый ряд, либо номер кубика в ряду и ряд постановки. Например, положение первого кубика в зоне захвата —  $xс$ , первого кубика в зоне постановки (дальнего от манипулятора) —  $x$ ; номер кубика в ряду  $q1$  —  $г_i$ , номер кубика в ряду  $q2$  —  $l$ , номер ряда в зоне постановки —  $ans$ . Выбранным переменным следует присвоить значения, которые будут изменяться при перемещении кубиков.

Поскольку перед каждым перемещением манипулятора предстоит совершать выбор, красный или зеленый кубик брать, потребуются еще две переменные со значением выбранного кубика:  $г$ ,  $g$ .

6. Обсудите, какие действия поместить в функцию, сколько функций создать и как их назвать. Очевидно, что при перемещении кубиков из двух разных зон в три точки многократно будут повторяться две последовательности действий, связанные с выбором: взять красный или зеленый кубик и положить взятый кубик в одну из трех точек. Следовательно, понадобятся две функции: взять — `take` и положить — `put`.
7. Создайте функцию «take» и прокомментируйте ее.



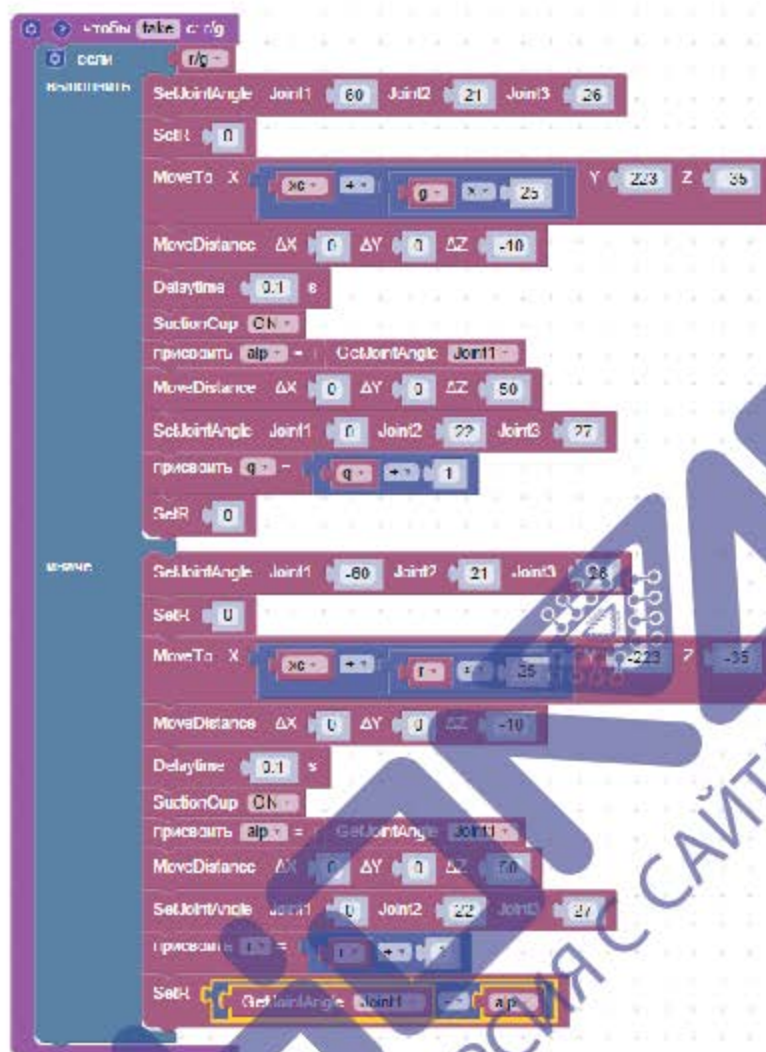


Рис. 19.4

- Выбираем блок функции, даем имя «take» и устанавливаем параметры: r/g (либо истина, либо ложь).
- В тело функции помещаем ветвление с множественным выбором: «если r/g, выполнить... иначе...».
- Для каждого из выборов задаем последовательность действий: поместить рабочий инструмент в положение над зоной захвата кубиков; переместиться к первому в ряду кубику; опустить рабочий инструмент; захватить кубик; поднять рабочий инструмент и привести его в стартовое положение (над зоной постановки кубиков); задать значение для нахождения следующего в ряду кубика.
- В блоке перемещения «MoveTo» задаем значения координат x, y, z, соответствующие положению первого в ряду кубика. Для красных и зеленых кубиков разными будут только значения по оси Y. Для того чтобы манипулятор мог найти верное положение следующего в ряду кубика, присваиваем переменной «xc» значение, соответствующее положению первого в ряду кубика, например 38. Но поскольку положение каждого последующего в ряду кубика будет смещаться относительно предыдущего на 25 мм, необходимо обозначить это

смещение. Значение координаты по оси X для первого красного (зеленого) кубика в ряду =  $x_c + r(g) \times 25$ , где  $r(g)$  — номер соответствующего кубика.

- Чтобы рабочий инструмент смещался на 25 мм при каждом последующем перемещении, присваиваем переменной  $r(g)$  значение  $r(g) + 1$ .
- После перемещения кубика его необходимо развернуть в положение, в котором он находился при захвате. Для этого при захвате кубика устанавливаем  $SetR = 0$ , создаем переменную с именем первого угла разворота, например  $alp$ , присваиваем ей значение  $Joint1$ . Чтобы над зоной постановки кубиков рабочий инструмент повернуть параллельно начальному положению, вычитаем из угла, в котором находится рабочий инструмент, угол, который был при захвате.
- Обратите внимание, что мы создаем две последовательности действий, отличающиеся только направлением движения по оси Y и значением  $Joint1$ .

8. Создайте функцию «put» и прокомментируйте ее.

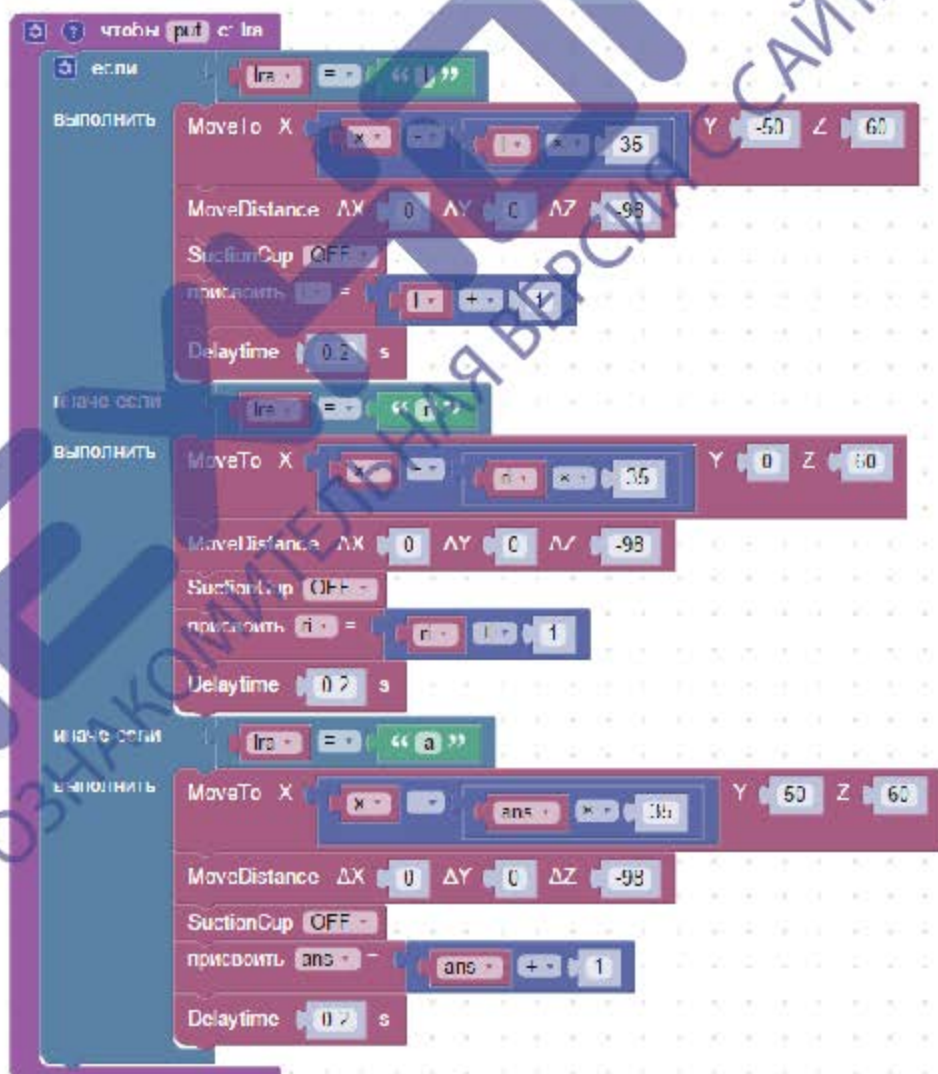


Рис. 19.5

- Выбираем блок функции, даем имя «put» и устанавливаем параметр «Ira».
  - В тело функции помещаем ветвление с множественным выбором: «если Ira, выполнить... иначе...» и задаем условия выбора l, r, a, где  $l = q2$ ,  $r = q1$ ,  $a = ans$ .
  - Для каждого из трех выборов задаем последовательность действий: переместиться в точку постановки кубика; опустить рабочий инструмент; опустить кубик; задать значение для нахождения точки постановки следующего в ряду кубика.
  - В блоке перемещения «MoveTo» задаем значения координат x, y, z, соответствующие положению первого в ряду кубика. Разными будут только значения по оси Y. Значение координаты по оси X для первого кубика в каждом ряду =  $x - l(r_i/ans) \times 35$ , где l, r<sub>i</sub>, ans — номер кубика в соответствующем ряду. Задаем величину шага, равную 35, чтобы перекрыть погрешность разворота рабочего инструмента.
  - Чтобы рабочий инструмент смещался на 35 мм при каждом последующем перемещении, присваиваем переменным l, r<sub>i</sub>, ans значение +1.
9. Сколько возможно разных сочетаний для красного и зеленого кубиков и как запрограммировать манипулятор, чтобы он перебрал все возможные варианты q1 q2?  
Поскольку для двух бинарных чисел потребуется перебрать 4 комбинации, необходимо 4 раза совершить выбор кубика определенного цвета.

#### **Каким образом задать последовательность захвата и постановки кубиков?**

При помощи циклов от 0 до 1 с шагом 1. Первый цикл (внешний) — для постановки q1, второй (вложенный) — q2. Таким образом, вложенный цикл совершит 4 повтора: по 2 для каждого шага.

10. Разберите, какие действия окажутся внутри вложенного цикла. Выбор, захват и перемещение кубиков q2 и q1; выбор и перемещение соответствующего answer кубика.
11. Как запрограммировать выбор?  
Однозначно, с помощью ветвлений.  
Напишите программу, комментируя каждый шаг.
- Поскольку мы забираем кубики из двух мест (красные или зеленые кубики), используем для обозначения выбора логические блоки «Истина» и «Ложь».
  - При постановке кубиков приходится делать выбор из трех, поэтому задаем значения параметров l, r, a, указанные в теле функции put.

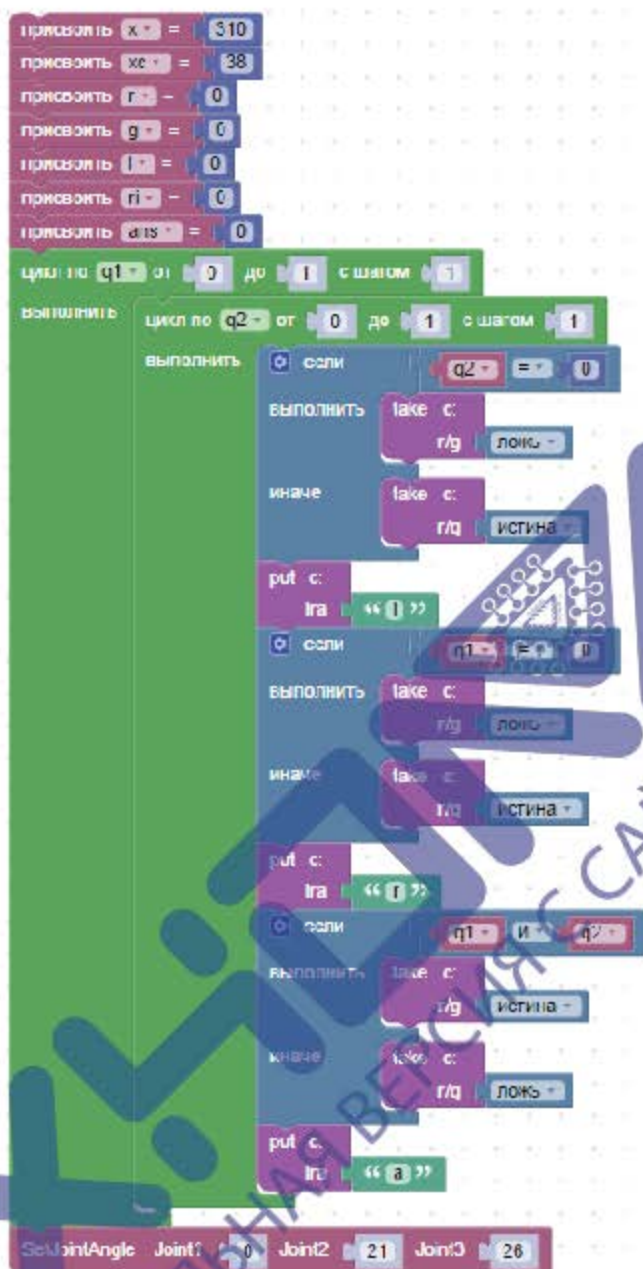


Рис.19.6

— Завершаем программу перемещением рабочего инструмента в стартовую позицию.

Протестируйте программу и сохраните ее на компьютере.

### Практическое задание

Предложите учащимся самостоятельно написать программу с использованием функций.

Подготовьте заранее и раздайте командам листы формата А4 с разметкой зон А, Б и В.

1. В зонах А и Б расположите вплотную друг к другу 2 вертикальных ряда по 4 клетки в каждом, в зоне В — 8 клеток в горизонтальном порядке.
2. Основание клеток в зонах А и Б — 25 x 25 мм, в зоне В — 30 x 30 мм.

3. Попросите разместить и закрепить при помощи скотча листы на таком расстоянии от манипулятора, чтобы все клетки попали в его рабочую зону. Если поверхность, на которой располагаются манипуляторы, позволяет, можно разметить зоны мелом или любым другим способом.

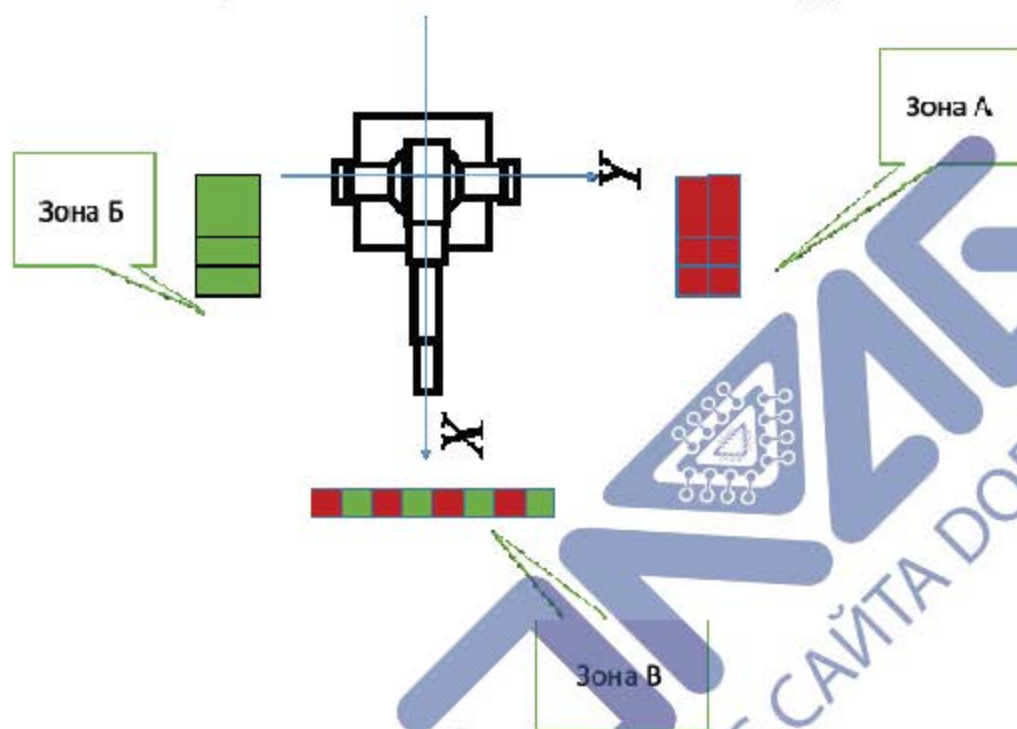


Рис. 19.7

**Объясните задание:** в зоне А в 2 ряда стоят кубики красного цвета, в зоне Б — зеленого; необходимо переместить их в зону В и разместить в два ряда один поверх другого.

1. Кубики в зонах А и Б необходимо захватывать поочередно: например, все нечетные — в зоне А, все четные — в зоне Б.
2. Выставленные в зоне В кубики должны чередоваться: красный — зеленый — красный — зеленый и т. д.
3. Первые 8 кубиков формируют нижний ряд в зоне В, еще 8 — верхний. Обсудите с учащимися, какие действия войдут в тело функции и какие параметры необходимо задать функции, чтобы при каждом ее применении можно было менять значения.

Спросите, как заставить манипулятор чередовать выбор зоны для захвата кубика. Разберите возможные варианты: 1) вложенный цикл от 0 до 1 с шагом 1; 2) остаток от деления счетчика цикла на 2.

Поскольку манипулятору необходимо переместить 2 раза по 8 кубиков, созданная функция будет дважды помещена в блок цикла от 0 до 7 с шагом 1. Если при каждом шаге цикла счетчик «i» делить на 2, то в остатке поочередно будет то 0, то 1. Останется только присвоить значение, например  $r(\text{красные}) = 0$ ,  $g(\text{зеленые}) = 1$ .

Дайте учащимся время, чтобы провести всю подготовительную работу, попросите написать, протестировать и сохранить программу.

Если программа не работает или работает некорректно, попросите найти ошибки и отладить программу. Помогите учащимся, если это необходимо.

### Пример готовой программы для выполнения задания\*

#### Функция:

- В тело функции помещаем следующую последовательность действий: переместиться к первому кубику в зоне А(Б), захватить кубик, переместиться к первой клетке в зоне В, опустить кубик, задать значения координат для следующего в зоне А(Б) кубика.
- Поскольку перемещаемые кубики расположены в двух зонах, используем ветвление с множественным выбором.
- Задаем функции параметры, от которых будет зависеть выполнение действий при изменении условий: Z — высота подъема рабочего инструмента; уг — значение по оси Y для первого кубика в зоне А; уg — значение по оси Y для первого кубика в зоне Б.

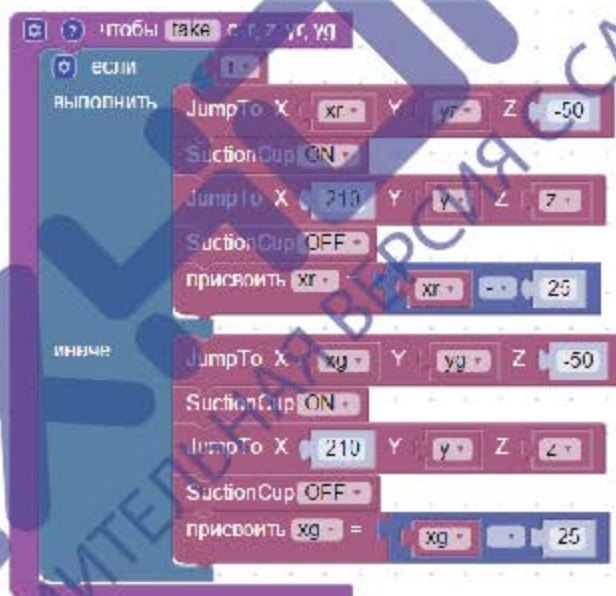


Рис. 19.8

- Выставляем значения координат для всех перемещений.
- Чтобы рабочий инструмент смещался на 25 мм при каждом последующем перемещении, присваиваем переменным xг, xg значение –25.

#### Программа\*:

- Создаем переменные и присваиваем им значения координат по оси X для первого кубика в каждой из зон захвата, по оси Y — для первого кубика в зоне постановки.
- Формируем два цикла от 0 до 7 с шагом 1 для постановки двух рядов из 8 кубиков.

- В каждом цикле помещаем созданную функцию, прописываем используемые параметры и задаем изменение значения Y для каждого следующего в зоне В кубика.

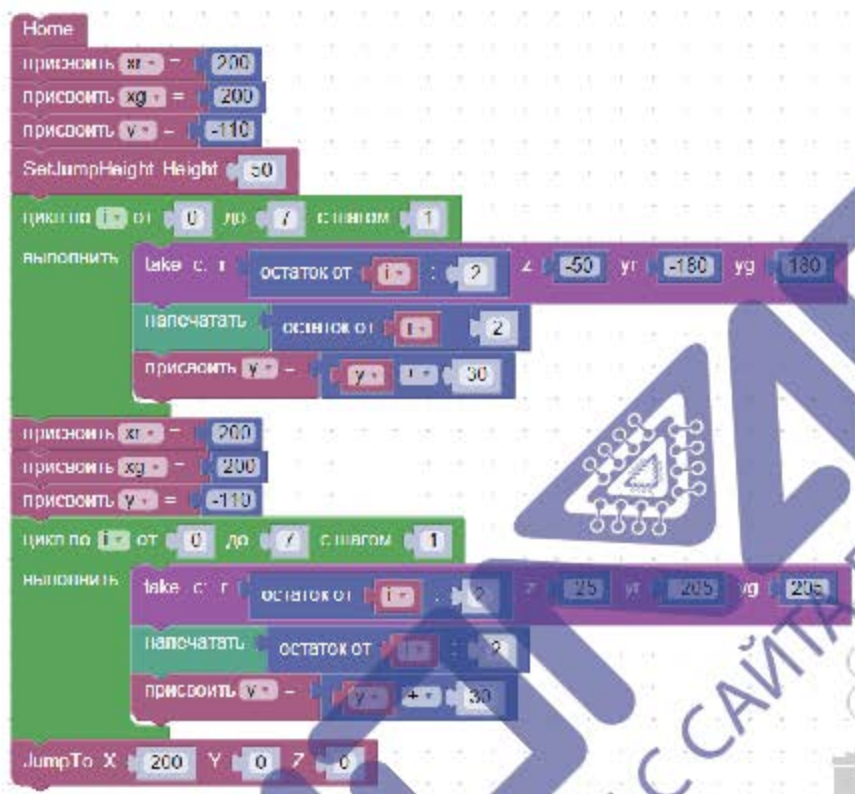


Рис. 19.9

- Для того чтобы отследить чередование, вводим текстовый блок (это необязательное действие).
- Поскольку второй ряд выстраивается поверх первого в том же порядке, после завершения первого цикла необходимо вернуть исходные значения переменным xg, y.
- Завершаем программу подъемом рабочего инструмента над зоной В.

*\*Написанная учащимися программа может отличаться от представленного образца.*

## Понятия и термины

**Аргумент функции** — это значение, передаваемое функции, а также символическое имя (название переменной) в тексте программы, выступающее в качестве идентификатора этого значения.

**Параметр функции** — это принятый функцией аргумент.

**Тело функции** — это последовательность описаний и операторов, которая определяет действия функции.

**Функция** — это поименованный фрагмент программного кода (подпрограмма), к которому можно обратиться из других мест программы по имени столько раз, сколько необходимо.

## 20. ПРОГРАММИРОВАНИЕ В РЕЖИМЕ BLOCKLY. ДАТЧИКИ

[Назначение и принцип действия датчиков Dobot: датчик препятствия и датчик цвета. Установка и подключение датчиков. Работа с датчиками в Dobot Blockly. Программирование действий манипулятора с использованием датчиков. Практическое задание. Пример готовой программы для выполнения задания. Понятия и термины]

### Назначение и принцип действия датчиков Dobot: датчик препятствия и датчик цвета

Спросите учащихся, знакомо ли им такое устройство, как датчик, и попросите привести примеры. Обсудите, что представляют из себя датчики и каково их назначение. Рассмотрите, какие датчики входят в состав Dobot Magician.

Назначение датчиков — реакция на определенное внешнее физическое воздействие и преобразование его в электрический сигнал, совместимый с измерительными схемами.

В робототехнике датчики выступают в роли рецепторов, посредством которых роботы и другие автоматические устройства получают информацию из окружающего мира и своих внутренних органов.

Так, например, чтобы обозначить факт наличия предмета, Dobot Magician использует датчик препятствия.



Рис. 20.1

Датчик препятствия имеет приемник и излучатель (ультразвуковой волны или инфракрасных лучей). Приемник получает данные об отраженном сигнале, испущенном излучателем. Наличие препятствия определяется по интенсивности отраженного инфракрасного излучения.

Когда в поле зрения датчика появляется препятствие, на его информационном выходе устанавливается сигнал логической единицы. Если в поле зрения препятствия нет, то на выходе сигнал логического нуля.

При решении каких задач датчик препятствия незаменим? Например, при перемещении предметов, расположенных на разном расстоянии друг от друга.

Для того чтобы проводить сортировку кубиков по цвету, Dobot Magician использует датчик цвета. Датчик цвета Dobot имеет возможность



определять лишь три основных цвета RGB-палитры: красный (Red), зеленый (Green) и синий (Blue). Принцип его работы основан на анализе отраженного света. Сигнал с фотозлемента преобразуется в аналоговый и приобретает численное значение для каждого из трех цветов в диапазоне от 0 до 255. Значение, соответствующее наибольшему из трех, и определяет цвет предмета, находящегося перед датчиком цвета.



Рис. 20.2

Эффективное расстояние между объектом и датчиком цвета составляет 2–5 мм.

### Установка и подключение датчиков

Продемонстрируйте учащимся способ установки и подключения датчиков. Датчики Dobot устанавливаются на специальные крепления, присоединенные к конвейерной ленте.

1. Установите конвейерную ленту на ровную устойчивую поверхность перед манипулятором и подключите мотор конвейера, вставив провод в разъем STEPPER 1 на обратной стороне базы манипулятора.
2. Убедитесь, что в верхней центральной части окна ПО отключен рельс.



Рис. 20.3

3. Установите датчик препятствия и датчик цвета на конвейерную ленту.
4. Подключите провод управления датчика препятствия GP2 в соответствующий разъем на основании манипулятора.
5. Подключите датчик цвета при помощи интерфейсов GP1, GP2, GP4 и GP5.

Предложите учащимся разделить на небольшие группы, повторить действия и выполнить установку конвейерной ленты и датчиков самостоятельно.

Количество групп должно соответствовать количеству манипуляторов в классе. Группы должны быть равны по составу.

**Важно!** Все манипуляции с проводами необходимо проводить перед включением питания манипулятора.

## Работа с датчиками в Dobot Blockly

Расскажите про работу с датчиками в Dobot Blockly.

1. Блоки конфигурирования датчиков и считывания их показаний расположены в меню блоков «DobotApi», тип блоков «Дополнительный».
2. Блоки конфигурации «Set» указывают порт подключения, версию датчика и его состояние: включен / выключен.
3. Блоки «Get» возвращают значение сенсора.

## Программирование действий манипулятора с использованием датчиков

Попросите учащихся самостоятельно провести подготовку Dobot Magician к работе: включить ПК, запустить ПО DobotStudio, выполнить подключение манипулятора к компьютеру, зайти в «Режим Blockly» и создать новый файл программы.

Используйте в качестве рабочего инструмента манипулятора вакуумный захват.

Убедитесь, что в ПО верно указан тип рабочего инструмента. Если его необходимо сменить, нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней центральной части окна, и выберите пункт «Присоска».

Спросите учащихся, какие команды необходимо дать, чтобы расположенный на движущейся конвейерной ленте кубик остановился перед датчиком препятствия.

Очевидно, что потребуется запустить конвейерную ленту, включить датчик и каким-то образом обозначить наличие на ленте препятствия.

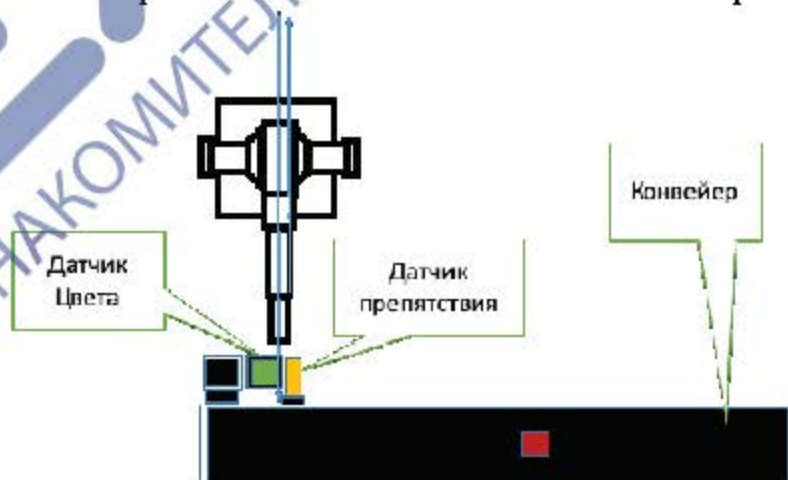


Рис. 20.4

1. Блоки управления конвейерной лентой расположены в меню блоков «DobotApi», тип блоков «Дополнительный».

- Для того чтобы конвейер двигался непрерывно, необходимо задать цикл движения до тех пор, пока информация о наличии на конвейере кубика не будет возвращена датчиком. То есть пока датчик возвращает значение логического нуля (пусто), лента движется, как только значение равно 1 (препятствие), движение прекращается.
- Для отслеживания показаний датчика в цикле можно разместить текстовый блок «Напечатать».
- Напишите программу и запустите ее.



Рис. 20.5

#### Продемонстрируйте работу датчика цвета.

- Установите параметры датчика и создайте бесконечный цикл, присвоив условию значение «Истина».
- Установите параметр «IdentifyColor», например, голубой — b. Теперь датчик будет отвечать на вопрос: показанный цвет соответствует голубому? Если ответом на вопрос выступает истина, в журнале запуска отразится логическая единица, если ложь — ноль.
- Задайте паузу в 0,5 сек.

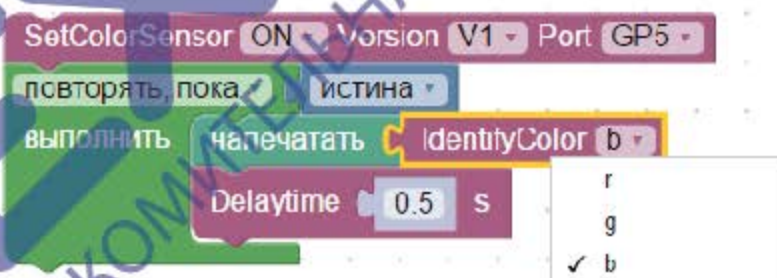


Рис. 20.6

- Запустите программу и поднесите к датчику по одному несколько кубиков разного цвета, чтобы проверить работу датчика.
- Измените параметр «IdentifyColor» на красный — r и продемонстрируйте работу датчика снова.
- Повторите действия с параметром g (зеленый).

Написанная программа рассчитана на определение одного из трех цветов, в то время как два других остаются неназванными.

**Предложите учащимся совместно написать функцию, которая возвращает номер цвета: r (красный) — 1, g (зеленый) — 2, b (голубой) — 3.**

1. Спросите, каким образом организовать множественный выбор. Разместите в теле функции ветвление с условием истинности определяемого цвета: «IdentifyColor r = 1», «IdentifyColor g = 1», «IdentifyColor b = 1». Для каждого выбора необходимо выполнить действие по присвоению переменной «col» соответствующего номера: r — 1, g — 2, b — 3. Таким образом, датчик цвета каждый раз будет последовательно отвечать на три вопроса: показанный цвет соответствует красному, показанный цвет соответствует зеленому, показанный цвет соответствует голубому? В тот момент, когда ответ будет равен логической единице (будет являться истиной), соответствующей переменной будет присвоен указанный номер.
2. Обсудите, каким образом получить от датчика ответ. Используйте блок функции с возвращением значения.
3. Измените ранее написанную программу, поместив в нее функцию.
4. Запустите программу и поднесите к датчику поочередно несколько кубиков разного цвета. Посмотрите значения в журнале запуска.

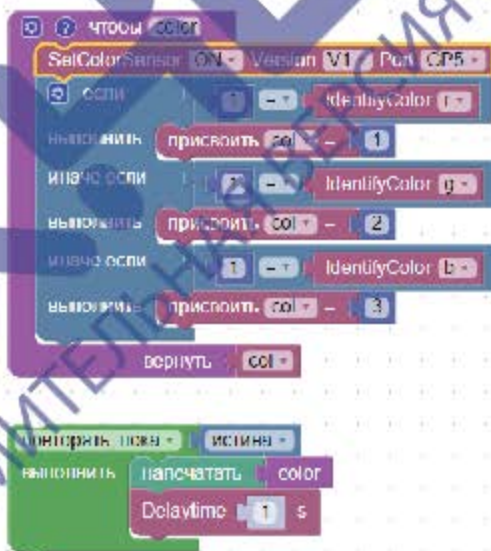


Рис. 20.7

### Практическое задание

Предложите учащимся самостоятельно запрограммировать работу манипулятора с использованием конвейера и датчиков.

Объясните задание: на движущейся конвейерной ленте стоят 12 кубиков разного цвета: красные, зеленые, голубые; необходимо при помощи манипулятора рассортировать, переместить и сбросить их в одну из трех зон за пределами конвейера.

1. Красные кубики должны быть помещены в красную зону, зеленые — в зеленую, голубые — в голубую.
2. Зоны можно обозначить любым доступным способом: распечатать или начертить. Главное, чтобы они находились в пределах рабочего поля манипулятора.
3. Расположение зон сброса кубиков относительно друг друга выбирается в произвольном порядке.
4. Кубики должны быть расположены посередине ленты, но расстояние между ними может быть различным.
5. Последовательность размещения кубиков разного цвета может быть любой.
6. Количество кубиков каждого цвета может различаться.
7. Кубики в зонах сброса не обязательно ставить в каком-либо порядке. Главное, чтобы рабочий инструмент манипулятора в момент сброса находился над соответствующей цветовой зоной.

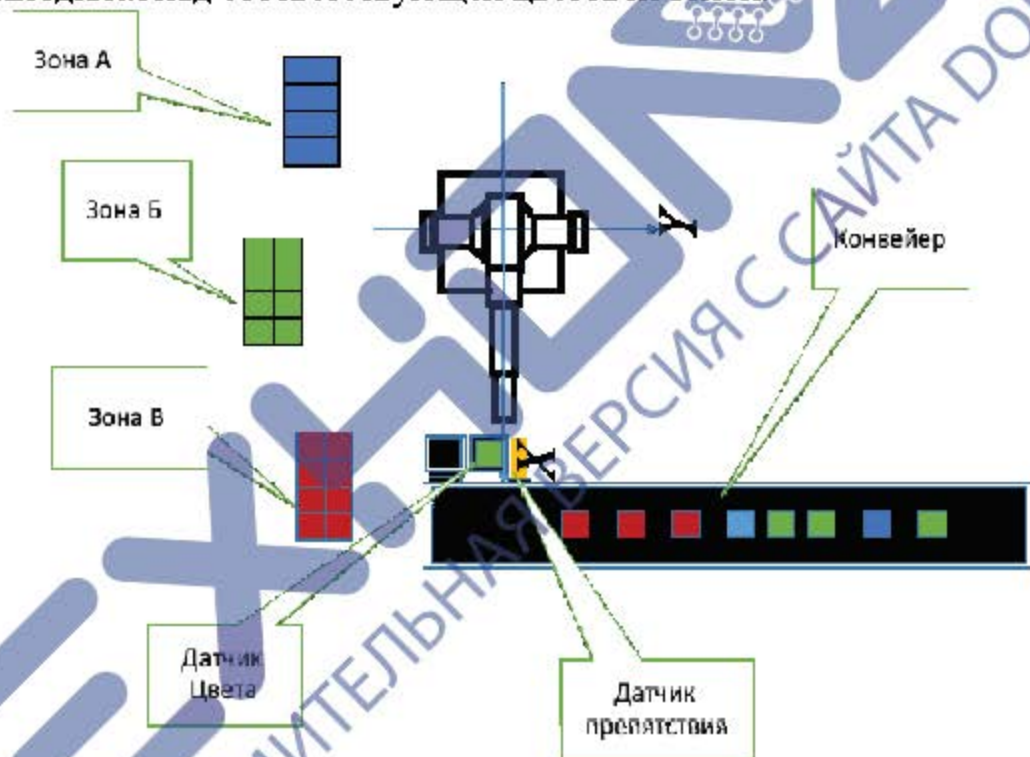


Рис. 20.8

Обсудите ряд моментов, необходимых для корректного написания программы

- Сколько датчиков необходимо задействовать и какие задачи они будут выполнять?
- Каким образом организовать движение конвейерной ленты до и после обнаружения первого кубика?
- Какие действия должен выполнить манипулятор, чтобы опознать цвет кубика?
- Каким образом получить ответ от датчика цвета?
- Как запрограммировать выбор зоны сброса кубика?
- Координаты каких точек потребуются для выполнения программы?

Дайте учащимся время, чтобы провести всю подготовительную работу, попросите написать, протестировать и сохранить программу.

Если программа не работает или работает некорректно, попросите найти ошибки и отладить программу. Помогите учащимся, если это необходимо.

### Пример готовой программы для выполнения задания\*

Функция:



Рис. 20.9

Программа\*:

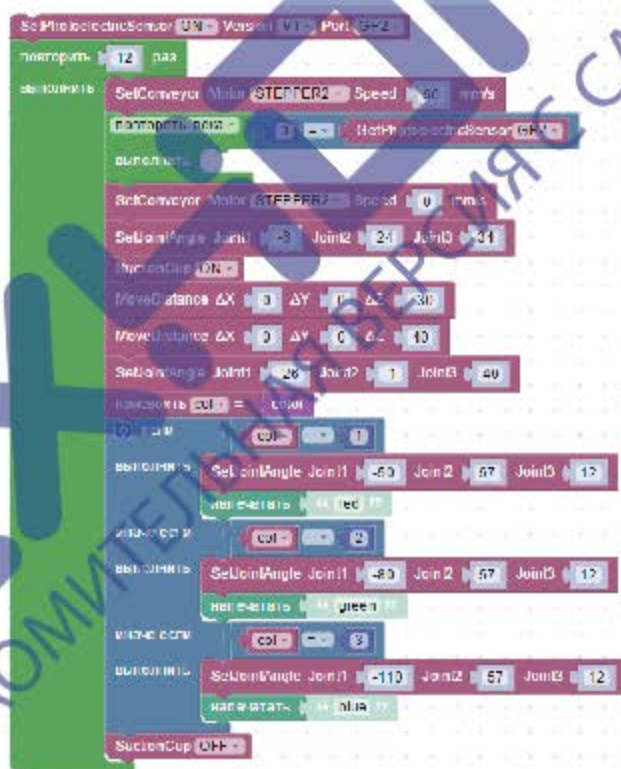


Рис. 20.10

\*Написанная учащимися программа может отличаться от представленного образца.

### Понятия и термины

**Датчик** — это устройство, воспринимающее внешние воздействия и реагирующее на них изменением электрических сигналов для их дальнейшей передачи, преобразования, обработки и хранения.