ZARNITZA ROBOTICS

ООО «Производственное объединение «Зарница»

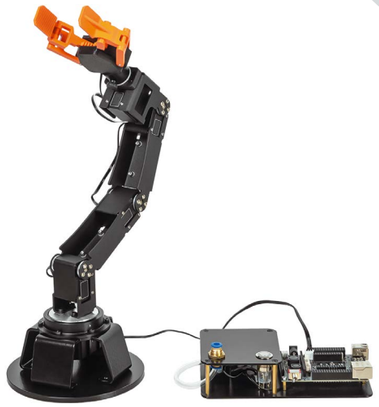
ЧЕТЫРЁХОСЕВОЙ УЧЕБНЫЙ РОБОТ-МАНИПУЛЯТОР С МОДУЛЬНЫМИ СМЕННЫМИ НАСАДКАМИ LEVSHA

Руководство по эксплуатации

РОБОТОТЕХНИКА

ZARNITZA
ROBOTICS

Разрабатываем и производим
высокотехнологичное учебное
оборудование для любых специальностей



УП9147

Образовательный набор для изучения
многокомпонентных робототехнических систем
и манипуляционных роботов
Приказ 838 Минпросвещения РФ

УП9145

Базовый робототехнический набор
для конструирования,
изучения электроники и микропроцессоров
и информационных систем и устройств Z.Robo-2
Приказ 838 Минпросвещения РФ

УП6738

Стол для робототехники
Приказ 838 Минпросвещения РФ

Телефон 8-800-775-37-97
www.zarnitza.ru, zakaz@zrnc.ru

ООО «Производственное объединение «Зарница»

УП7190

Четырёхосевой учебный робот-манипулятор с модульными сменными насадками LEVSHA

Руководство по эксплуатации

2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ 3
2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 3
3. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ 4
4. ОБЩИЙ ВИД 5
5. ОПИСАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ 8
6. ПОРЯДОК РАБОТЫ С ОБОРУДОВАНИЕМ 9
   РАБОТА С ПРИЛОЖЕНИЕМ 10
7. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ.....26
8. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.....27

ВНИМАНИЕ! Перед началом эксплуатации изделия внимательно изучите настоящий паспорт и руководство по эксплуатации!

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Роботизированный манипулятор *Levsha* предназначен для обучения основам промышленной и сервисной робототехники, а также для проведения практических занятий и лабораторных работ в области автоматизации, робототехники и программирования. Он может использоваться в образовательных учреждениях, научно-исследовательских лабораториях и на курсах повышения квалификации.

Levsha оснащен сменными инструментами (вакуумным и пневмомеханический захватами, 3D-принтерной головкой (экструдер), модулем лазерной гравировки и насадкой для ручки), что позволяет выполнять широкий спектр операций: захват и перемещение объектов, 3D-печать, рисование, лазерную гравировку и др.

Точность позиционирования и возможность программирования движений с помощью визуальных сред *(Blockly)* и языка высокого уровня *(Python)* делают *Levsha* идеальной платформой для изучения современных технологий управления и робототехники.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Параметр	Значение
Радиус рабочей зоны, мм	до 320
Максимальная грузоподъемность, кг	до 0,5
Тип кинематической схемы	Плоско-параллельный
Электропитание – адаптер питания от однофазной сети 220 вольт, 50/60 Гц, В	12
Масса, кг, не более	5

Примечания:

1) Изготовитель допускает наличие предельных отклонений габаритных размеров изделия - ±20 мм.

2) В процессе модернизации производителем, а также в зависимости от партии общий вид, применяемые материалы и элементы конструкции изделий могут изменяться.

3) Предприятие-изготовитель оставляет за собой право вносить изменения в конструктивные особенности, а также в набор комплектующих изделия, не отраженных в эксплуатационной документации и не влияющих на уровень технических, эксплуатационных характеристик и параметров безопасности поставляемого оборудования.

3. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Наименование	Кол-во, шт.
Levsha	
Адаптер питания	1
USB-кабель	1
Малярная лента	1
Тефлоновая трубка	1
Список комплектации	1
Руководство по началу работы	1
Стеклянная пластина	1
Карта калибровки датчиков	1
Бумага крафтлайнер	5
Модуль Bluetooth	1
Модуль Wi-Fi	1
USB коннектор	1
Пульт управления	1
Лазерный модуль	1
Очки для защиты от лазерного излучения	1
Держатель для ручки	1
Ручка	1
Пневмомеханический захват	1
Вакуумный захват	1
Сервопривод (насадка)	1
Контроллер воздушного насоса	1
Шестигранный ключ	3
Винт быстрого монтажа	2
Калибровочный инструмент	1
Гайка-барашек	1
Экструдер	1
Держатель филамента	1
Филамент 200 г	1
Паспорт	1
Руководство по эксплуатации	1
USB-накопитель с документацией и программным обеспечением	1

4. ОБЩИЙ ВИД

Рисунок 1. Общий вид оборудования

Робот-манипулятор Levsha состоит из следующих частей: основание, колонна, плечо, стрела и рабочий инструмент. Все они соединены между собой посредством шаговых двигателей, что позволяет достичь большого объема рабочей зоны.

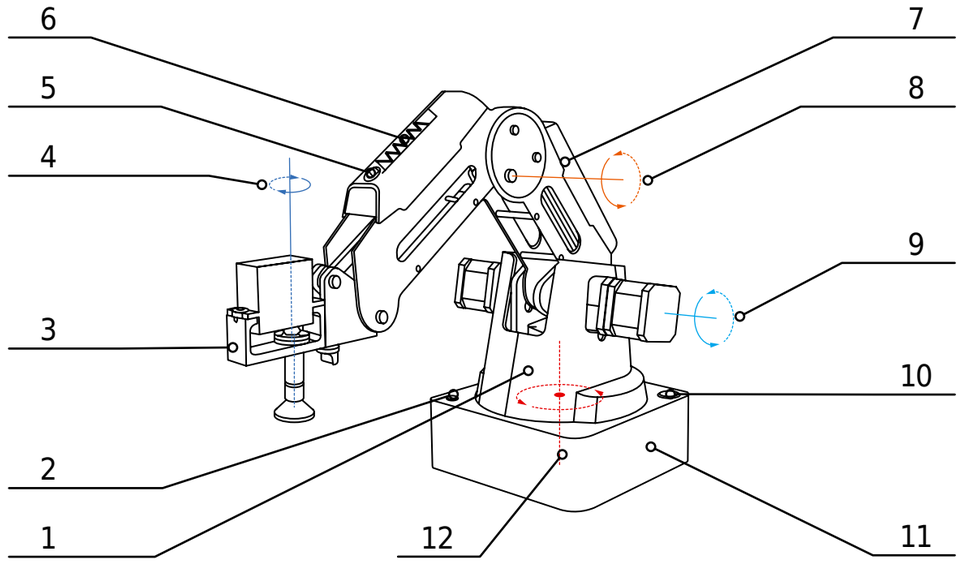


Рисунок 2. Строение: 1 – колонна; 2 – индикатор состояния; 3 – рабочий инструмент; 4 – соединение 4; 5 – кнопка разблокировки двигателей; 6 – стрела; 7 – плечо; 8 – соединение 3; 9 – соединение 2; 10 – кнопка питания; 11 – основание; 12 – соединение 1.

На верхней части основания располагаются кнопка включения и индикатор состояния. Если при включении манипулятора после четырех звуковых сигналов индикатор состояния горит красным цветом, то это означает, что рабочий инструмент находится вне рабочей зоны. Для приведения робота в рабочее состояние необходимо нажать кнопку разблокировки двигателей и, удерживая ее, переместить стрелу так, чтобы индикатор состояния стал зеленым. Движение частей манипулятора происходит с помощью шаговых двигателей: три двигателя крепятся внутри колонны и на ней, один из которых (внутри колонны) соединен с основанием и отвечает за вращение в горизонтальной плоскости всего манипулятора относительно основания (ось вращения перпендикулярна основанию), другие расположены снаружи колонны: один отвечает за движение плеча (ось вращения параллельна основанию), другой – за движение стрелы относительно плеча (ось вращения параллельна основанию). Рабочий инструмент вращается сервоприводом. На задней части основания (см. рис. 3) размещены кнопка перезагрузки (1), кнопка выполнения загруженной программы (2), разъем для пульта дистанционного управления (3), разъем для подключения к персональному компьютеру (4), разъем для подключения питания (5), разъемы для дополнительных устройств (6).

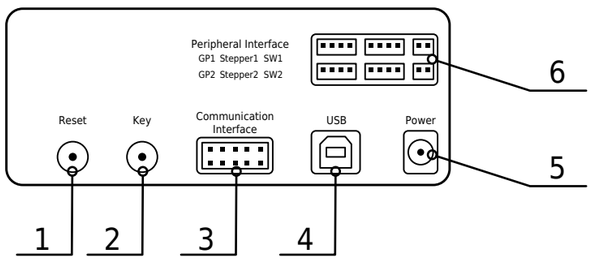


Рисунок 3. Разъемы и функциональные кнопки на задней части основания

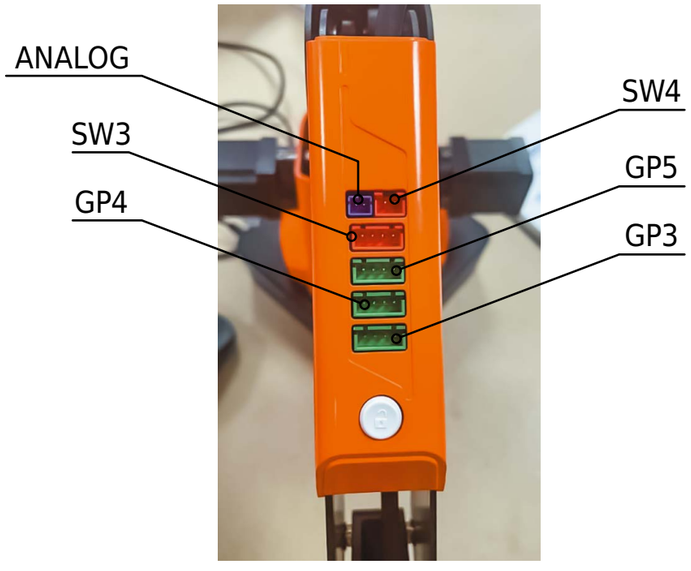


Рисунок 4. Разъемы на стреле манипулятора

Рабочая область – это пространство, в пределах которого манипулятор может свободно и безопасно выполнять движения и операции, не выходя за физические ограничения своей конструкции.

Другими словами, это зона, в которой инструмент на конце манипулятора (например, захват, ручка или 3D-принтерная головка) может перемещаться, поворачиваться и выполнять задания. Размер и форма рабочей области зависят от конструкции манипулятора, длины его звеньев и количества степеней свободы.

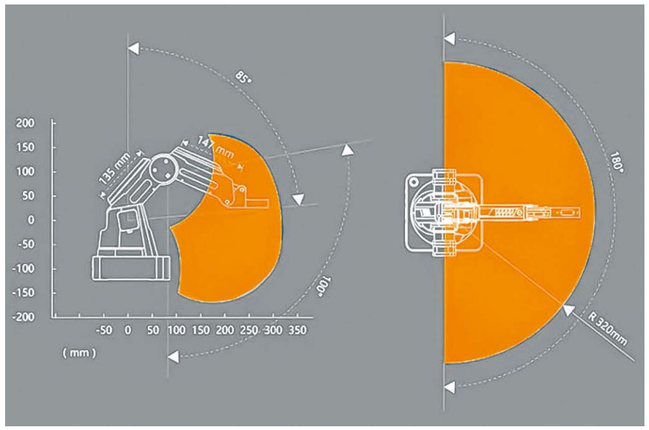
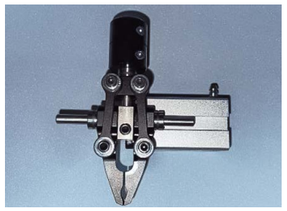


Рисунок 5.

На рисунке (см. рис. 5) контрастным цветом показана рабочая область манипулятора при движении отдельных его частей. Также указаны величины координат и углов рабочей области.

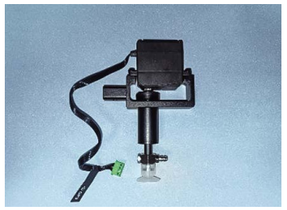
5. ОПИСАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ



- **Пневмомеханический захват**

Представляет собой захват с помпой, позволяющий открывать и закрывать «пальцы» для захвата объектов различной формы и размера. Он может использоваться для изучения логики захвата, сортировки и манипуляции объектами.



- **Вакуумный захват**

Состоит из вакуумного насоса, клапана и присоски, которая устанавливается на площадку для рабочего инструмента. Позволяет поднимать гладкие объекты за счёт создания отрицательного давления. Применяется для деликатной манипуляции с деталями, где нежелательно механическое сжатие.

- **Комплект для 3D-печати**

Позволяет использовать *Levsha* в качестве настольного 3D-принтера. Поддерживает печать пластиком *PLA* диаметром 1,75 мм. Головка нагревается до температуры плавления материала и подаёт его на печатную поверхность.

- **Лазерный модуль**

Насадка с маломощным лазером, предназначенная для выжигания на поверхностях из дерева, бумаги, кожи, пластика. Управляется через *DobotStudio* и позволяет изучать основы лазерной гравировки и управления интенсивностью луча.

- **Держатель для ручки**

Насадка, позволяющая закрепить ручку или карандаш. Используется в образовательных целях для отработки алгоритмов движения, точности позиционирования, а также визуализации траекторий. Особенно полезна в школах и вузах.

- **Пульт управления**

Комплектация включает пульт управления, позволяющий работать с манипулятором без подключения к компьютеру. Удобен для демонстраций или тестов.

6. ПОРЯДОК РАБОТЫ С ОБОРУДОВАНИЕМ

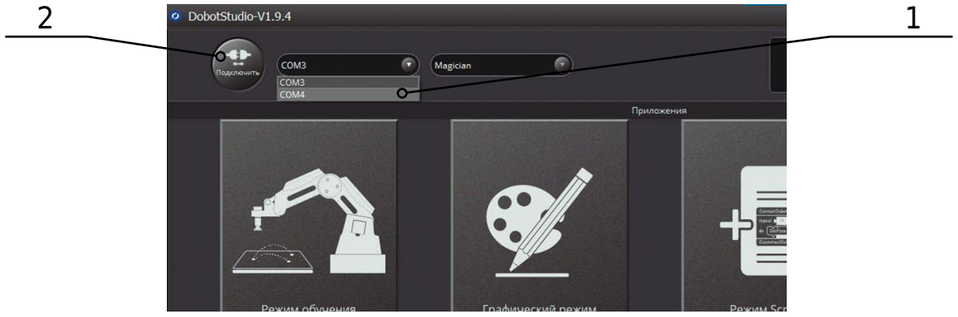
Перед началом эксплуатации изделия необходимо ознакомиться с настоящим руководством и правилами техники безопасности.

Для работы с манипулятором необходимо подготовить компьютер, установив программное обеспечение *DobotStudio 1.9.4*. Дистрибутив можно скачать отсюда:

https://onedrive.live.com/?redeem=aHR0cHM6Ly8xZHJ2Lm1zL3UvYy82NjIwMDEyNGE1YWQ0YjhhL0VZcExyYVVrQVNBZ2dHYXBBQUVBQUFBQnBKU2c2ek5FRlByYnJjYzFYbnJfWFE%5FZT1FdGhwNUs&cid=66200124A5AD4B8A&id=66200124A5AD4B8A%2165705&parId=66200124A5AD4B8A%2157306&o=OneUp

Первый запуск

1. Запускаем приложение *DobotStudio.*
2. Подключаем *Levsha* в сеть, включаем его (нажимаем на кнопку на корпусе).
3. После звукового сигнала необходимо подключить *Levsha* к вашему ноутбуку кабелем *USB A (M) – USB B (M).*
4. Выбираем порт (номер порта *(COM)* может отличаться) в приложении, в который подключен манипулятор, после чего нажимаем кнопку «Подключить».



5. Ваш манипулятор подключен и готов к работе.

РАБОТА С ПРИЛОЖЕНИЕМ

Режим обучения

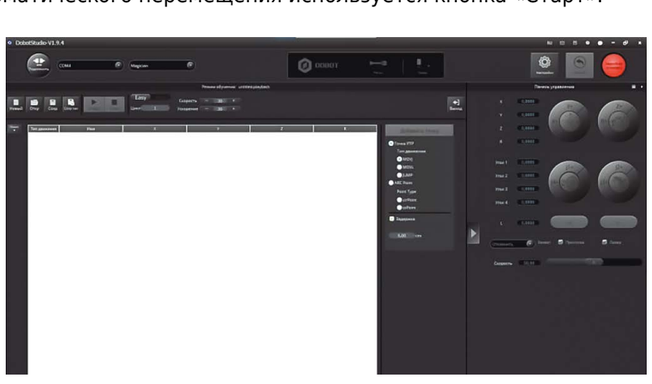
Режим управления манипулятором «Режим обучения» позволяет создавать простые линейные программы, исполняя которые манипулятор будет выполнять заданные оператором действия. Интерфейс «Режима обучения» представляет собой таблицу параметров сохраненных точек: тип движения, имя точки, координаты положения рабочего инструмента *X, Y, Z*, радиус поворота рабочего инструмента (R), длительность паузы после выполнения перемещения (задержка), состояние рабочего инструмента, рабочую панель для выбора типов движения.

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

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».



Типы движения 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 данному типе перемещения между точками траектория имеет П-образный вид, как указано на изображении. Рабочий инструмент поднимает над точкой А, перемещается по прямой линии к положению над точкой В и опускается на точку В.

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

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

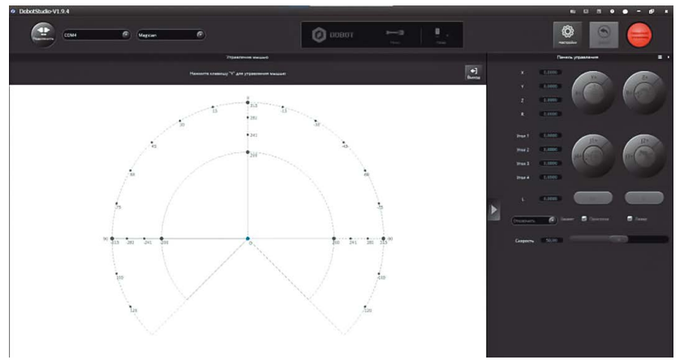
MOVL: при данном типе движения рабочий инструмент манипулятора перемещается из точки А в точку Б по прямой линии.

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»*.

Управление мышью

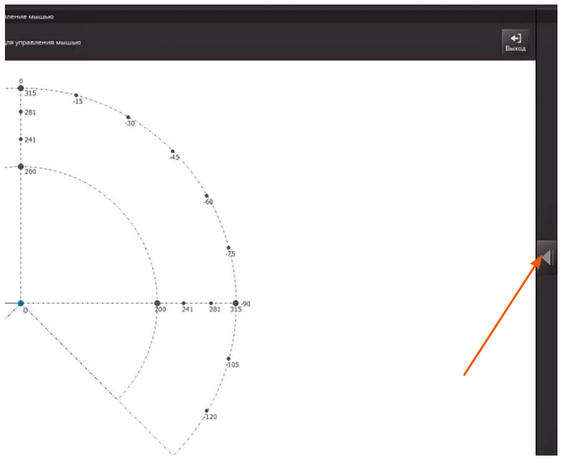
В приложении режим «Управления мышью» предназначен для управления движением манипулятора *Levsha* с помощью обычной компьютерной мыши. Этот режим используется как интуитивно понятный способ перемещения манипулятора вручную без необходимости программирования.

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.

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

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.

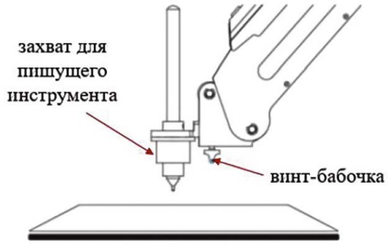
Чтобы захватить предмет, например, кубик, нужно нажать левую клавишу мыши и держать её до того момента, пока предмет не будет перемещен в нужную точку. Если левую клавишу мыши отпустить, воздушная помпа отключится и кубик выпадет из захвата.

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

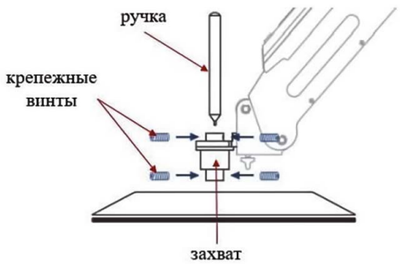
Графический режим

Графический режим в приложении *DobotStudio* – это специальный режим управления роботом *Levsha*, который позволяет ему выполнять задачи по написанию текста и рисованию с высокой точностью.

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

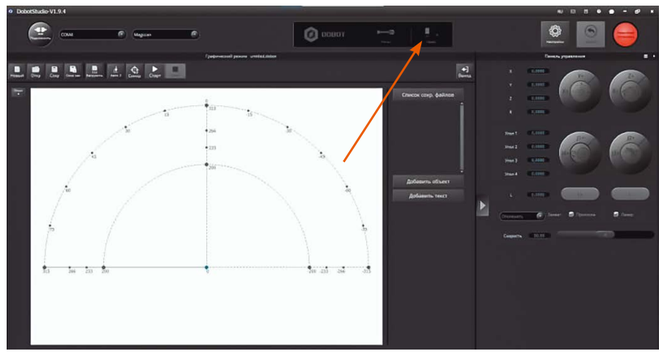


Захват для пишущего инструмента представляет собой металлический цилиндр с отверстием для ручки, карандаша, фломастера или другого пишущего инструмента с диаметром не более 10 мм. В комплекте *Levsha* в захвате изначально установлена черная ручка. Для того, чтобы сменить пишущий инструмент, нужно открутить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



1. Смените тип рабочего инструмента: нажмите на раскрывающийся список, расположенный в верхней части окна, и выберите пункт «Ручка»
2. Установите манипулятор в исходное положение при помощи кнопки «Домой»
3. Используйте перемещение манипулятора по оси *Z* для определения оптимального положения пишущего инструмента
4. Нажмите кнопку «Авто *Z*», расположенную над окном с рабочей зоной манипулятора. Значение высоты будет сохранено и будет использоваться при запуске письма или рисования.

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.



LeapMotion

Данный режим позволяет управлять тремя шаговыми двигателями с помощью компьютерной мыши, путем перетягивания звеньев манипулятора.

Режим Scratch

Scratch – это режим графического программирования в *DobotStudio,* который позволяет создавать алгоритмы управления роботом *Levsha* с помощью наглядных блоков, а не написания текста на языке программирования.

Он идеально подходит для обучения, экспериментов и создания сценариев автоматизации, особенно для пользователей без опыта в программировании.

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

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», «Циклы», «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 *Levsha*.

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;

«I/O» – позволяет осуществлять работу с устройствами сторонних производителей.

Лазерная гравировка

Режим лазерной гравировки позволяет выполнять нанесение изображений, надписей, логотипов или узоров на различные поверхности путём прожигания материала лазером.

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

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 *Levsha* должен быть отключен от сети.

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.

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

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.

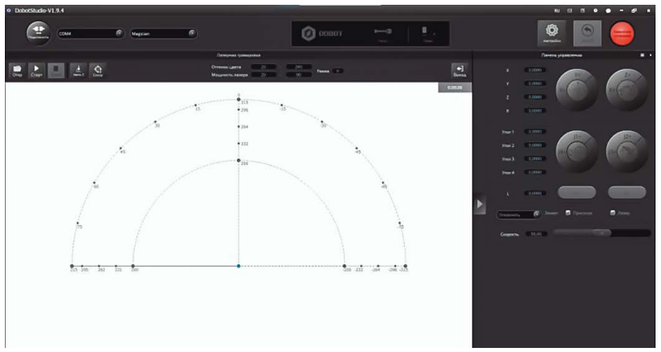
ВАЖНО! Регулировать кольцо объектива можно только при выключенном лазере! Также не забывайте подложить какой-нибудь материал, чтобы не прожечь стол.

4. Нажмите кнопку «Авто *Z*», расположенную над окном с рабочей зоной манипулятора. Значение высоты будет сохранено и будет использоваться при запуске режима лазерной гравировки.

Зайдите в интерфейс режима «Лазерная гравировка» (см. рис ниже).

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

Нажмите кнопку «Откр», расположенную над окном с рабочей зоной манипулятора.



Выберите файл в формате *BMP, JPEG, PNG* – изображение появится в рабочей зоне манипулятора.

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».

Лазерная резка

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

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

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.

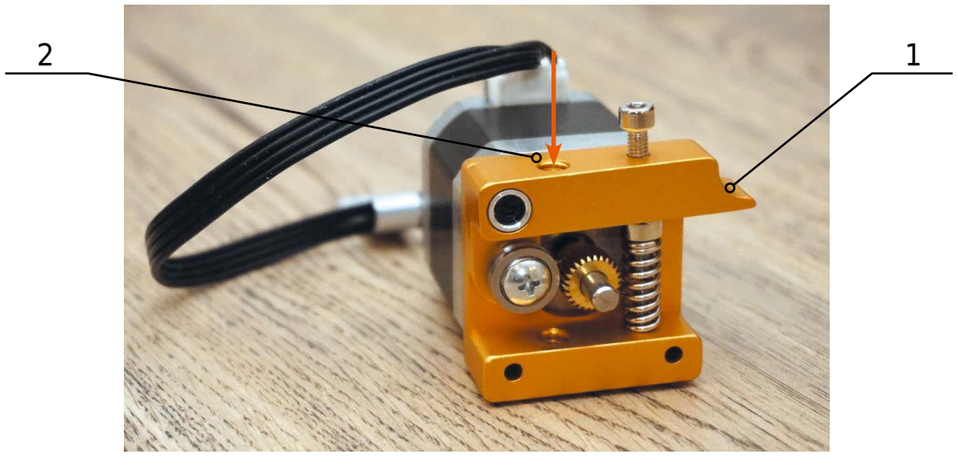
Поскольку при лазерной резке интенсивность луча остается неизменной, а движение выполняется по контуру, манипулятор будет работать в режиме векторной гравировки, то есть в графическом режиме.

1. Откройте режим управления «Графический режим».
2. Убедитесь, что выбран верный рабочий инструмент – «Лазер».
3. Настройте скорость перемещения лазерной насадки в окне «Настройки графического режима»: задайте минимальное значение для параметров «Скорость», «Угловая скорость» и «Ускорение».
4. Нажмите кнопку «Откр», расположенную над окном с рабочей зоной манипулятора, и выберите файл изображения в папке на компьютере.
5. После выбора файла появится окно конверта файлов. Выберите в нем уровень контрастности конечного изображения и нажмите «Конвертировать в *SVG*».
6. Нажмите «Готово» - и изображение появится в рабочей зоне манипулятора.
7. Запустите лазерную резку при помощи кнопки «Старт». Отключить работу лазера можно нажатием кнопки «Стоп».

3D печать

Режим *3D*-печати позволяет использовать *Levsha* как настольный *3D*-принтер. С помощью специальной насадки (экструдера), подключаемой вместо других инструментов, робот может послойно создавать объёмные объекты из пластика.

1. Возьмите экструдер и катушку с *PLA*-пластиком. Нажмите на экструдере на рычаг, и проденьте пластиковую проволоку в отверстия в экструдере.

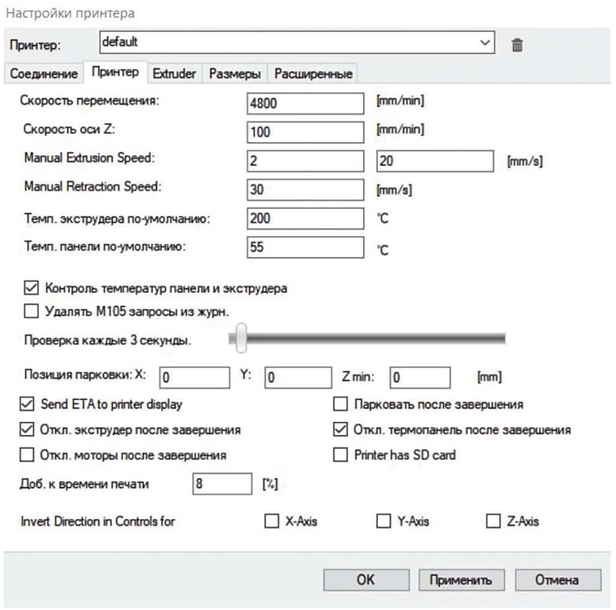


2. Вставьте трубку подачи пластика в отверстие в экструдере, а другой ее конец – в головку для *3D*-печати. Для закрепления трубки необходимо нажать на стопорное кольцо (синее на экструдере и черное на головке для *3D*-печати) и протолкнуть трубку до упора, после чего отпустить стопорное кольцо. Трубка входит в печатающую головку на 40-60 мм.
3. Установите головку для *3D*-печати в качестве рабочего инструмента робота-манипулятора при помощи винта-бабочки, который уже применяли ранее для установки захватов.
4. Вставьте кабели *SW3* (кабель управления нагревом), *SW4* (кабель управления охлаждением) и *ANALOG* (кабель термодатчика) от головки для *3D*-печати в соответствующие интерфейсы на стреле робота-манипулятора.
5. Подключите кабель *STEPPER1* к экструдеру и к базе робота-манипулятора в соответствующие разъемы.
6. Соберите подставку для катушки с пластиком, разместите на ней катушку с *PLA*-пластиком на стержне и экструдер в соответствующем отверстии.

- Перейдите в ПО «*DobotStudio*», подключите робот-манипулятор, выберите режим «*3D*принтер». ПО «*DobotStudio*» автоматически закроется и откроется ПО «*Repetier Host*».

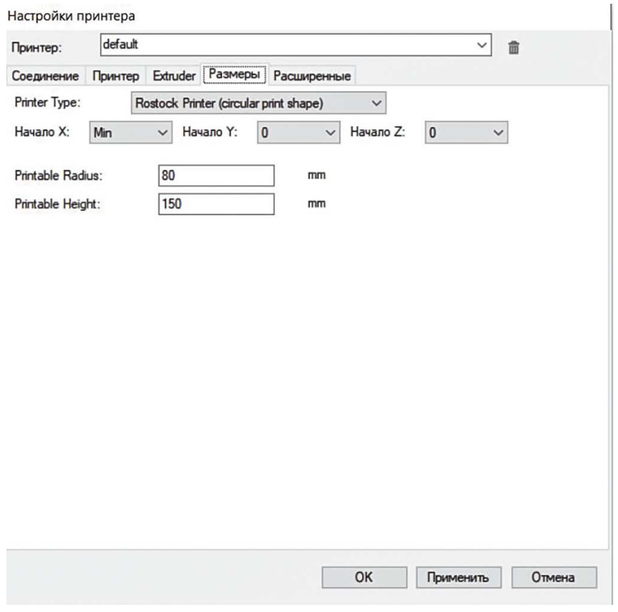
- Перейдите в меню настроек принтера, нажав на соответствующую кнопку «Настройки принтера» в правом верхнем углу окна. Во вкладке «Соединение» установите параметры, как на изображении ниже. Нажмите «Применить». *Номер порта *(COM)* может отличаться.

- Перейдите во вкладку «Принтер» и установите параметры, как на изображении ниже. Нажмите «Применить».

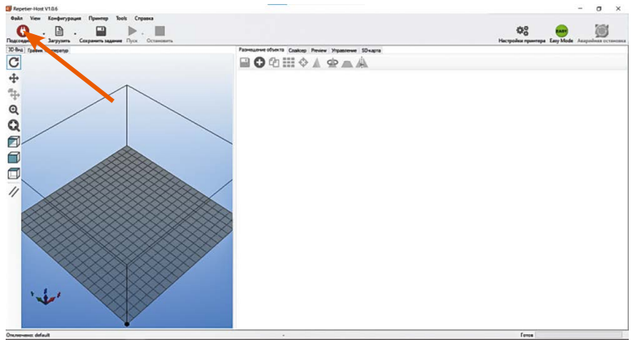


- Перейдите во вкладку «*Extruder*» и установите параметры, как на изображении ниже. Нажмите «Применить».

- Перейдите во вкладку «Размеры» и установите параметры, как на изображении ниже. Нажмите «Применить».

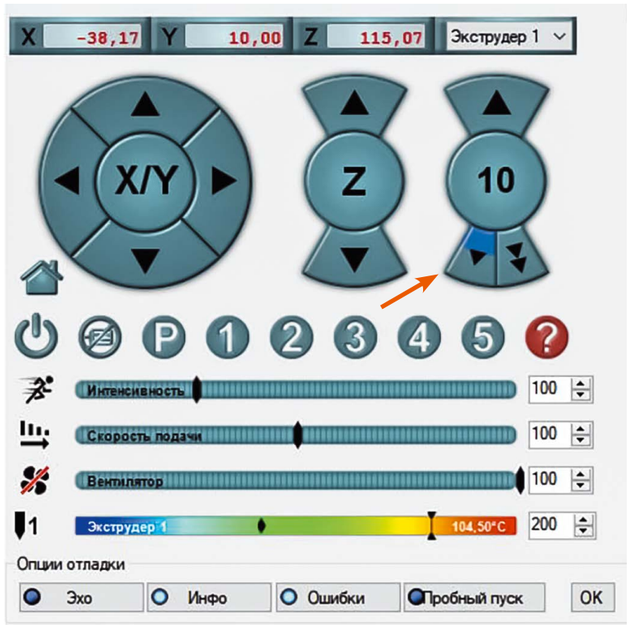


• Выполните подключение робота-манипулятора, нажав на кнопку «Подсоединить» в верхнем левом углу окна. В случае успешного подключения, в нижней части окна будет отображаться текущая температура сопла головки для *3D*-печати.



Необходимо предварительно провести проверку работоспособности экструдера и головки для 3D-печати, выдавив немного расплавленного пластика из сопла.

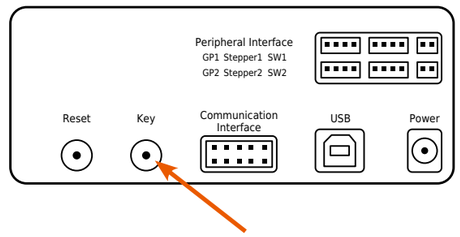
1. Перейдите во вкладку «Управление» в верхнем правом углу окна.
2. Установите температуру нагрева 200 °C, указав данное значение справа от шкалы «Экструдер 1», и нажмите на кнопку для нагрева сопла головки для *3D*-печати. **ВНИМАНИЕ!** Не прикасайтесь к головке для 3D-печати на протяжении всего времени ее работы. Температура может достигать 250 °C. Дождитесь окончания нагрева.
3. Нажмите на кнопку управления экструдером и подайте 10-15 мм пластиковой проволоки в головку для *3D*-печати.



Если из сопла головки для *3D*-печати вытекает расплавленная нить пластика, то вы все настроили верно. В ином случае вытащите трубку подачи вместе с пластиковой проволокой из головки для *3D*-печати (не забудьте нажать на черное стопорное кольцо на головке) и вновь вставьте трубку с проволокой в головку.

Подготовьте площадку для печати. В ее роли выступает стеклянная пластина для печати. Расположите его на расстоянии 50 мм от базы робота-манипулятора. Для достижения лучшего прилипания первого слоя наклейте на пластину бумажный скотч, заодно закрепив его на учебном столе.

1. Нажмите на стреле робота-манипулятора на кнопку, снимающую усилия с сервоприводов и расположите робот-манипулятор таким образом, чтобы расстояние между столом и соплом было не более двух листов А4 в толщину, отпустите кнопку. Более точную настройку возможно выполнить при помощи кнопок, управляющих перемещением робота-манипулятора по оси *Z*.
2. Нажмите кнопку *«Key»*, расположенную на обратной стороне базы робота-манипулятора. Таким образом вы задаете нулевое значение для оси *Z*.

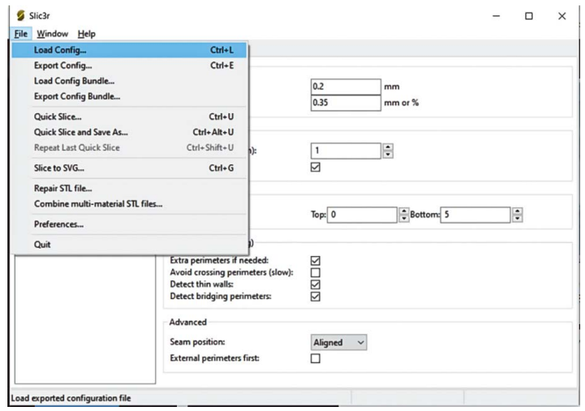


Загрузите подготовленный файл с *3D*-моделью в формате *STL* или выберите из стандартных, расположенных в *C:\.....\DobotStudio\attachment\3dModeStl.*

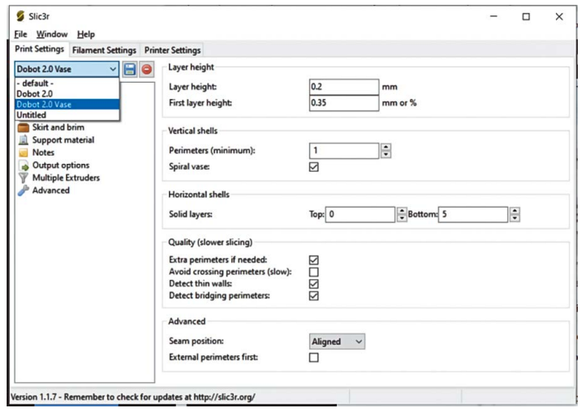
После этого модель отобразится в окне ПО. Вы можете изменить ее масштаб, повернуть или обрезать, используя кнопки, расположенные во вкладке «Размещение объекта» в верхнем правом углу окна.

Перед выполнением *3D*-печати необходимо подготовить модель для печати, для этого сформируем каждый слой печати. Задать параметры этого процесса можно во вкладке «Слайсер».

Выберите слайсер *«Slic3r»* из раскрывающегося меню. Перейдите в параметры слайсера, нажав на кнопку *«Configuration»*. В открывшемся окне вы можете управлять параметрами разделения на слои.



Для начала используйте заранее подготовленный файл с настройками. Выберите меню *«File»* в верхнем левом углу окна *Slic3r*, выберите пункт *«Load Config...»* из раскрывшегося меню. Перейдите в папку *C:\.....\DobotStudio\attachment* и выберите файл *«Dobot 2.0 Vase.ini»* (деталь будет иметь тонкие стенки) или *«Dobot 2.0.ini»* (деталь будет иметь степень заполнения 20 %, и печать займет больше времени).



Нажмите кнопку *«Save current print settings»* (иконка дискеты), перейдя в каждую из вкладок: *«Print Settings», «Filament Settings»* и *«Printer Settings».*

Закройте окно *Slic3r* и нажмите «Слайсинг с *Slic3r*».

После проведенных манипуляций робот-манипулятор готов выполнить *3D*-печать. Далее нажмите кнопку «Пуск», расположенную в верхнем левом углу окна, и робот-манипулятор приступит к выполнению задачи.

Пульт управления

Режим управления с помощью пульта управления предназначен для интуитивного и удобного ручного управления манипулятором *Levsha* с помощью обычного контроллера (геймпада). Особенно полезен в начальном обучении – человек может «почувствовать» движение робота через аналоговое управление. Позволяет учащимся или демонстратору легко перемещать манипулятор в пространстве без необходимости использовать мышь, клавиатуру или писать программу.

Для перехода на дистанционное управление нам понадобится пульт управления. Кроме него нам также понадобится *USB*-контроллер *(USB-host)*, подключение которого осуществляется к 10-контактному разъему на основании робота-манипулятора. Выполнять подключение контроллера необходимо перед включением питания робота-манипулятора. Подключение пульта управление осуществляется при помощи Bluetooth-модуля, который вставляется в *USB*-разъем *USB*-контроллера.

Включите питание робота-манипулятора. Вы будете наблюдать зеленый индикатор на *USB*-контроллере, после чего последует четыре коротких звуковых сигнала, оповещающих об успешном подключении. Для начала работы удерживайте на пульте управления кнопку «Домой» до тех пор, пока индикаторы на нем не будут гореть постоянно. При этом, робот-манипулятор должен быть отключен от компьютера.

Пневмомеханический захват

1. Необходимо взять пневмомеханический захват и воздушную помпу из комплекта манипулятора.
2. Подключите провод питания *SW1* и провод управления *GP1* к воздушной помпе и в соответствующие разъемы *SW1* и *GP1* на основании манипулятора.
3. Закрепите пневмомеханический захват на площадке для рабочего инструмента при помощи винта-бабочки (как в установке держателя для ручки).
4. Подключите сервопривод захвата при помощи провода *GP3* в соответствующий разъем на стреле манипулятора.
5. Присоедините воздушную трубку воздушной помпы к штуцеру на пневмомеханическом захвате.

ВАЖНО! Помните, что провода и воздушная трубка требуют бережного обращения. Обратите внимание на то, что при их подключении необходимо избегать натяжения, заломов, перегибов и т. д.

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) заставляет колонну вращаться относительно основания. При этом *Levsha* 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 *«У»* закрывает захват, помпа при этом включена. Кнопка «B» отключает вакуумную помпу.

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. (Декартова система координат, также известная как прямоугольная система координат, – это система, используемая для определения положения точек на плоскости или в пространстве с помощью перпендикулярных осей.)

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 *У*. 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 *У* – все 3 одновременно.

Вакуумный захват

1. Необходимо взять вакуумный захват и воздушную помпу из комплекта манипулятора.
2. Подключите провод питания *SW1* и провод управления *GP1* к воздушной помпе и в соответствующие разъемы *SW1* и *GP1* на основании манипулятора.
3. Закрепите вакуумный захват на площадке для рабочего инструмента при помощи винта-бабочки (как в установке держателя для ручки).
4. Подключите сервопривод захвата при помощи провода *GP3* в соответствующий разъем на стреле манипулятора.
5. Присоедините воздушную трубку воздушной помпы к штуцеру на вакуумном захвате.

У вакуумного и пневмомеханического захвата крепление к манипулятору один общий, для его монтажа необходимо у одного захвата открутить два винта, а у другого закрутить.

Принцип управления манипулятором не изменяется при использовании вакуумного захвата. Лишь меняется логика управления присоской.

Нажатие кнопки *«X»* – включение воздушной помпы, обеспечивающее присасывание предмета.

Нажатие кнопки *«Y»* – закачивание воздуха между вакуумным присосом и захваченным предметом, обеспечивающее отпускание захвата.

Нажатие кнопки *«B»* – Отключение вакуумной помпы и сброс захваченного предмета.

Прошивка манипулятора

Встроенные в ПО DobotStudio 1.9.4 прошивки для манипулятора могут иногда работать с ошибками. По этой причине их необходимо заменить вручную в файлах приложения. Примерный вид пути до файлов прошивки:

C:\.....\DobotStudio\config\firmware

На электронном носителе вы можете найти корректные прошивки, необходимо однократно заменить их в данной директории.

Само же обновление прошивки манипулятора проходит в ПО «*DobotStudio*». При попытке входа в режим *3D*-печати приложение само предложит вам установить необходимую прошивку. Остается лишь подтвердить обновление прошивки и дождаться окончания загрузки.

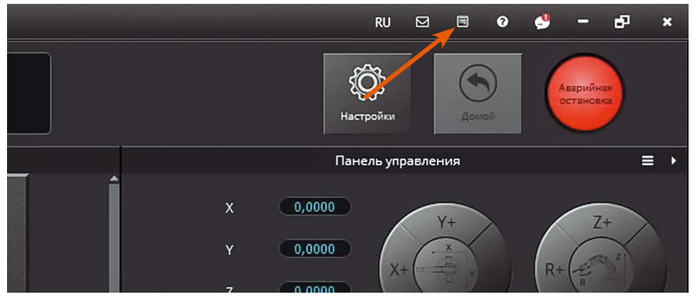
Для возвращения стандартной прошивки надо лишь зайти в любой из режимов (кроме *3D*-печати). Приложение само предложит вам вернуться на старую прошивку. Остается лишь подтвердить обновление прошивки и дождаться окончания загрузки.

7. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ

1. В целях предупреждения несчастных случаев напряжение выше 36 В следует считать опасным для жизни.
2. Запрещается прикасаться к токоведущим частям и металлическим частям незаземленных электрических аппаратов, если на щите имеется напряжение.
3. Все операции производить только одной рукой. При этом следует остерегаться прикосновений какой-либо частью тела к окружающим металлическим либо влажным предметам. Опасно, например, прикасаться одновременно к электрическим машинам, корпусу щита, водопроводным трубам, трубам центрального отопления или находиться на мокром либо цементном полу.
4. Перед включением напряжения следует убедиться в том, что все регулирующие аппараты находятся в исходном положении. После отключения напряжения необходимо немедленно восстановить на всех регулировочных аппаратах исходное положение.
5. Перед включением напряжения следует предупредить об этом всех участников работы. Необходимо убедиться, что никому из них не угрожает опасность попасть под напряжение.
6. Если при прикосновении к какой-либо части оборудования ощущается напряжение, то необходимо прекратить работу, выключить ток.
7. Если до начала работы или в ходе работы обнаружена неисправность оборудования, следует прекратить работу, отключить напряжение инженеру о неполадках в работе. Устранять неполадки собственными силами запрещается.
8. При работе с цепями переменного тока, содержащими конденсаторы, следует соблюдать особую осторожность, имея в виду возможность значительного возрастания напряжения на отдельных участках по сравнению с напряжением источника тока вследствие возможного явления резонанса напряжений.
9. Следует остерегаться вращающихся частей машины. В связи с этим запрещается находиться в лаборатории в свободной одежде, с шарфами или шалями, с распущенными волосами, незакрепленным галстуком.
10. Запрещается оставлять без надзора установки, приведенные в рабочее состояние.
11. Рекомендуется останавливать агрегат всякий раз, когда возникает необходимость обсудить дальнейший план работы.
12. Запрещается переносить приборы с одного места на другое.
13. Перед началом работы *Levsha* должен быть установлен в устойчивое положение далеко от края стола, чтобы исключить случайное падение.
14. Если требуется произвести смену рабочего инструмента, необходимо выполнить отключение питания.
15. В ходе работы необходимо контролировать положение питающего кабеля, соединительных проводов и воздушной трубки, чтобы не нанести им повреждения.
16. Если возникла необходимость переместить манипулятор, делать это можно только после отключения его от питания.
17. Нельзя засовывать пальцы в подвижные соединения.
18. По завершении работы манипулятор должен быть отключен от питания.

8. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Список возможных ошибок, появляющихся в журнале ошибок:



1.

```
ERR_COMMON_MIN = 0x00,
ERR_COMMON_RESET = ERR_COMMON_MIN,
ERR_COMMON_MAX = 0x0f,
```

1) Ошибка после перезагрузки.

Описание

Ошибка срабатывает после сброса системы.

Причина

Ошибка срабатывает из-за сброса системы.

Решение

Зайдите в журнал ошибок в интерфейсе DobotStudio, нажмите кнопку очистить ошибки, чтобы сбросить ошибку.

2) Ошибка при неопределенной инструкции.

Описание

Получение неопределенной инструкции.

Причина

Получение неопределенной инструкции. Например, инструкция с идентификатором ошибки, которая является неопределенной инструкцией.

Решение

Зайдите в журнал ошибок в интерфейсе *DobotStudio,* нажмите кнопку очистить ошибки, чтобы сбросить ошибку.

3) Ошибка файловой системы.

Причина

Ошибка файловой системы.

Решение

Сбросьте систему, если файловая система успешно инициализирована, ошибка автоматически сбрасывается.

4) Ошибка связи между микроконтроллером и *FPGA*.

Причина

При инициализации системы произошел сбой связи между микроконтроллером и *FPGA.*

Решение

Сброс системы, если связь успешна, ошибка снимается автоматически.

5) Ошибка датчика угла.

Причина

Получение некорректного значения датчика угла.

Решение

Перезагрузите *Levsha,* если значение правильное, это означает успешный сброс ошибки.

2.

```
ERR_PLAN_MIN = 0x10,
ERR_PLAN_INV_SINGULARITY = ERR_PLAN_MIN,
ERR_PLAN_INV_CALC,
ERR_PLAN_INV_LIMIT,
ERR_PLAN_PUSH_DATA_REPEAT,
ERR_PLAN_ARC_INPUT_PARAM,
ERR_PLAN_JUMP_PARAM,
ERR_PLAN_MAX = 0x1f,
```

1) Некорректное вычисление обратной кинематики.

Описание

Целевая точка (начальная или конечная точка) недостижима в декартовой системе координат.

Причина

- Целевая точка находится в ненормальном положении в режиме *MOVL.*

- Целевая точка или средняя точка находится в ненормальном положении в режиме *ARC.*
- Целевая точка находится в ненормальном положении в режиме *JUMP_MOVL.*

Решение

а) Проверьте целевую точку на предмет достижимости, обучите и сохраните точку еще раз.

б) Зайдите в журнал ошибок в интерфейсе DobotStudio, нажмите кнопку очистить ошибки, чтобы сбросить ошибку.

2) Ошибка обратной кинематики.

Описание

Целевая точка находится вне рабочей области, что вызывает ошибку обратной кинематики.

Причина

Целевая точка находится вне рабочей зоны.

Решение

а) Проверьте целевую точку на предмет достижимости, обучите и сохраните точку еще раз.

б) Зайдите в журнал ошибок в интерфейсе DobotStudio, нажмите кнопку очистить ошибки, чтобы сбросить ошибку.

3) Обратная кинематика. Ограничение углов.

Описание

Решение обратной кинематики для целевой точки выходит за пределы ограничения.

Причина

Целевая точка выходит за пределы рабочей зоны.

Решение

а) Проверьте целевую точку на предмет достижимости, обучите и сохраните точку еще раз.

б) Зайдите в журнал ошибок в интерфейсе *DobotStudio,* нажмите кнопку очистить ошибки, чтобы сбросить ошибку.

Сустав	Минимум	Максимум
J1	-90°	90°
J2	0°	85°
J3	-10°	90°
J4	-90°	90°

4) Ошибка повторяющихся значений.

Описание

В режиме *ARC* или *JUMP* есть несколько повторяющихся точек.

Причина

- Две или три точки повторяются в режиме *ARC.*
- Начальная и конечная точки одинаковы в *JUMP.*

Решение

а) Проверьте точки в режиме обучения на предмет повторения, проведите обучение и сохраните точки еще раз.

б) Зайдите в журнал ошибок в интерфейсе *DobotStudio,* нажмите кнопку очистить ошибки, чтобы сбросить ошибку.

5) Ошибка параметра *JUMP.*

Описание

Установлен некорректный параметр в режиме *JUMP.*

Причина

Высота – отрицательное значение.

Решение

а) Проверьте параметр *JUMP* и установите корректное значение.

б) Зайдите в журнал ошибок в интерфейсе *DobotStudio,* нажмите кнопку очистить ошибки, чтобы сбросить ошибку.

3.

```
ERR_MOVE_MIN = 0x20,
ERR_MOVE_INV_SINGULARITY = ERR_MOVE_MIN,
ERR_MOVE_INV_CALC,
ERR_MOVE_INV_LIMIT,
ERR_MOVE_MAX = 0x2f,
```

1) Ошибка сингулярности обратной кинематики.

Описание

Траектория движения находится в сингулярном положении, что вызывает ошибку обратной кинематики.

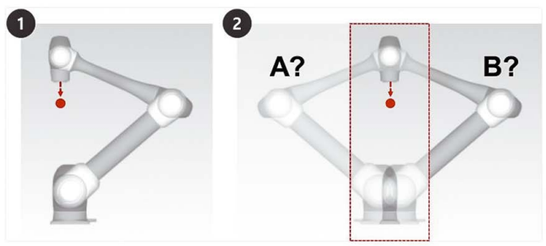
Причина

- Движение в положение сингулярности в декартовой системе координат.
- Движение в положение сингулярности в режиме *MOVL.*
- Движение в положение сингулярности в режиме *ARC.*
- Движение в положение сингулярности в *JUMP.*
- Движение в положение сингулярности в режиме *MOVJ.*

Решение

Проверьте, является ли траектория движения корректной, обучите и сохраните точку снова.

Например, на рис. 1 ниже, когда робот движется к красной точке, он не сможет определить, следует ли перемещать свои сочленения, чтобы установить позу A или позу B, как показано на рис. 2. Это положение (или точка) называется сингулярностью.



2) Выход за рабочую зону

Описание

Движение за пределами рабочей зоны, вызывающее ошибку при перемещении *Levsha.*

Причина

Движение осуществляется вне рабочей зоны.

Решение

а) Проверьте, не выходит ли движение за пределы рабочей области при перемещении *Levsha,* обучите и сохраните точку еще раз.

б) Зайдите в журнал ошибок в интерфейсе *DobotStudio,* нажмите кнопку очистить ошибки, чтобы сбросить ошибку.

3) Обратная кинематика. Ограничение углов.

Описание

Решение обратной кинематики выходит за рамки ограничения, когда *Levsha* движется

Причина

Движение выходит за пределы ограничения.

Решение

а) Проверьте целевую точку на предмет достижимости, обучите и сохраните точку еще раз.

б) Зайдите в журнал ошибок в интерфейсе *DobotStudio,* нажмите кнопку очистить ошибки, чтобы сбросить ошибку.

4.

```
ERR_OVERSPEED_MIN = 0x30,
ERR_OVERSPEED_AXIS1 = ERR_OVERSPEED_MIN,
ERR_OVERSPEED_AXIS2,
ERR_OVERSPEED_AXIS3,
ERR_OVERSPEED_AXIS4,
ERR_OVERSPEED_MAX = 0x3f,
```

1) Ошибка превышения скорости сустава 1.

Описание

Превышение скорости у 1 сустава, когда *Levsha* движется.

Причина

Скорость двигателя больше максимального значения. Например, *MOVL, ARC* и т. д.

Решение

а) Уменьшите параметр скорости привода, чтобы скорость соединения стала меньше максимального значения.

б) Зайдите в журнал ошибок в интерфейсе *DobotStudio,* нажмите кнопку очистить ошибки, чтобы сбросить ошибку.

2) Ошибка превышения скорости сустава 2.

Описание

Превышение скорости у 2 сустава, когда *Levsha* движется.

Причина

Скорость двигателя больше максимального значения. Например, *MOVL, ARC* и т. д.

Решение

а) Уменьшите параметр скорости привода, чтобы скорость соединения стала меньше максимального значения.

б) Зайдите в журнал ошибок в интерфейсе *DobotStudio,* нажмите кнопку очистить ошибки, чтобы сбросить ошибку.

3) Ошибка превышения скорости сустава 3.

Описание

Превышение скорости у 3 сустава, когда *Levsha* движется.

Причина

Скорость двигателя больше максимального значения. Например, *MOVL, ARC* и т. д.

Решение

а) Уменьшите параметр скорости привода, чтобы скорость соединения стала меньше максимального значения.

б) Зайдите в журнал ошибок в интерфейсе *DobotStudio,* нажмите кнопку очистить ошибки, чтобы сбросить ошибку.

4) Ошибка превышения скорости сустава 4.

Описание

Превышение скорости у 4 сустава, когда Levsha движется

Причина

Скорость двигателя больше максимального значения. Например, *MOVL, ARC* и т. д.

Решение

а) Уменьшите параметр скорости привода, чтобы скорость соединения стала меньше максимального значения.

б) Зайдите в журнал ошибок в интерфейсе *DobotStudio*, нажмите кнопку очистить ошибки, чтобы сбросить ошибку.

5.

```
ERR_LIMIT_MIN = 0x40,
ERR_LIMIT_AXIS1_POS = ERR_LIMIT_MIN,
ERR_LIMIT_AXIS1_NEG,
ERR_LIMIT_AXIS2_POS,
ERR_LIMIT_AXIS2_NEG,
ERR_LIMIT_AXIS3_POS,
ERR_LIMIT_AXIS3_NEG,
ERR_LIMIT_AXIS4_POS,
ERR_LIMIT_AXIS4_NEG,
ERR_LIMIT_AXIS23_POS,
LIMIT_AXIS23_NEG,
ERR_LIMIT_MAX = 0x4f,
```


1) Ошибка максимального ограничения сустава 1.

Причина

Сустав 1 перемещается в область максимального ограничения.

Решение

Переместить сустав 1 в противоположном направлении.

2) Ошибка минимального ограничения сустава 1.

Причина

Сустав 1 перемещается в область минимального ограничения.

Решение

Переместить сустав 1 в противоположном направлении.

3) Ошибка максимального ограничения сустава 2.

Причина

Сустав 2 перемещается в область максимального ограничения.

Решение

Переместить сустав 2 в противоположном направлении.

4) Ошибка минимального ограничения сустава 2.

Причина

Сустав 2 перемещается в область минимального ограничения.

Решение

Переместить сустав 2 в противоположном направлении.

5) Ошибка максимального ограничения сустава 3.

Причина

Сустав 3 перемещается в область максимального ограничения.

Решение

Переместить сустав 3 в противоположном направлении.

6) Ошибка минимального ограничения сустава 3.

Причина

Сустав 3 перемещается в область минимального ограничения.

Решение

Переместить сустав 3 в противоположном направлении.

7) Ошибка максимального ограничения сустава 4.

Причина

Сустав 4 перемещается в область максимального ограничения.

Решение

Переместить сустав 4 в противоположном направлении.

8) Ошибка минимального ограничения сустава 1.

Причина

Сустав 1 перемещается в область минимального ограничения.

Решение

Переместить сустав 1 в противоположном направлении.

9) Ошибка максимального ограничения параллелограмма.

Причина

Параллелограмм растянут до области ограничения.

Решение

Выйти из зоны ограничения.

10) Ошибка минимального ограничения параллелограмма.

Причина

Параллелограмм растянут до области ограничения.

Решение

Выйти из зоны ограничения.

6.

```
ERR_LOSE_STEP_MIN = 0x50,
ERR_LOSE_STEP_AXIS1 = ERR_LOSE_STEP_MIN,
ERR_LOSE_STEP_AXIS2,
ERR_LOSE_STEP_AXIS3,
ERR_LOSE_STEP_AXIS4,
ERR_LOSE_STEP_MAX = 0x5f
```

1) Потеря положения сустав 1.

Описание

Сустав 1 теряет положение, когда *Levsha* движется.

Причина

Что-то задело *Levsha* во время движения

Решение

Выполнить функцию возвращения в исходное положение.

2) Потеря положения сустав 2

Описание

Сустав 2 теряет положение, когда Levsha движется

Причина

Что-то задело *Levsha* во время движения.

Решение

Выполнить функцию возвращения в исходное положение

3) Потеря положения сустав 3.

Описание

Сустав 3 теряет положение, когда Levsha движется.

Причина

Что-то задело Levsha во время движения.

Решение

Выполнить функцию возвращения в исходное положение.

4) Потеря положения сустав 4.

Описание

Сустав 4 теряет положение, когда *Levsha* движется.

Причина

Что-то задело *Levsha* во время движения.

Решение

Выполнить функцию возвращения в исходное положение.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ZARNITZA
ROBOTICS

Разрабатываем и производим
высокотехнологичное учебное
оборудование для любых специальностей

УП6153

Робот-манипулятор с колёсами всенаправленного движения Optima Pro + Optima Drive

Приказ 838 Минпросвещения РФ

УП6161

Комплект для изучения операционных систем реального времени и систем управления автономных мобильных роботов Optima Drive

Приказ 838 Минпросвещения РФ

УП6340

3D-сканер ручной профессиональный Yastreb 3D

Приказ 838 Минпросвещения РФ

УП6338

3D-принтер профессионального качества Zarnitsa Yastreb 3D

Приказ 838 Минпросвещения РФ

Телефон 8-800-775-37-97
www.zarnitza.ru, zakaz@zrnc.ru

РОБОТОТЕХНИКА

ZARNITZA

8 (800) 775-37-97
zakaz@zrnc.ru

СДЕЛАНО В РОССИИ