

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ПРОМОБОТ»
(ООО «ПРОМОБОТ»)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО «ПРОМОБОТ»

М.П. Чугунов

" 26 " августа 2024 г.



ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА
PROMOVOT M EDU

(M Edu)

Руководство по эксплуатации

EDUM01.00.00.00.000РЭ

Листов 59

Име. №подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Име. №дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Описание и работа M Edu в целом

1.1.1 Назначение

Образовательная робототехническая платформа Promobot M Edu представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из многофункционального настольного четырехосевого робот-манипулятора с плоскопараллельной кинематикой и обратной связью, набора сменных рабочих инструментов и методических указаний, предназначенный для использования в образовательных целях.

M Edu обеспечивает пользователю возможность освоения навыков программирования, основ управления роботизированными системами и принципов работы производственных линий.

1.1.2 Технические характеристики

Основные технические характеристики M Edu представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики M Edu

№	Параметр	Единица измерения	Значение
1	Грузоподъемность манипулятора, не более	г	500
2	Количество степеней свободы манипулятора	шт.	4
3	Радиус рабочей зоны манипулятора, не более	мм	380
4	Повторяемость, не хуже	мм	0,2
5	Линейная скорость точки фиксатора инструмента манипулятора, не более	мм/с	100
6	Количество выходных портов общего назначения манипулятора	шт.	5

Ине. №подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ине. №дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Лист

4

№	Параметр	Единица измерения	Значение
7	Типы проводных интерфейсов манипулятора	-	Gigabit Ethernet, HDMI, USB 2.0, UART, RS-485, SPI, I2C, TTL
8	Типы беспроводных интерфейсов манипулятора	-	Wi-Fi, Bluetooth
9	Поддерживаемый стандарт Wi-Fi	-	IEEE 802.11ac
10	Поддерживаемый стандарт Bluetooth	-	Bluetooth 5.0 / Bluetooth Low Energy (BLE)
11	Тип вычислительного модуля манипулятора	-	Raspberry Pi 5
12	Тип процессора вычислительного модуля манипулятора	-	Четырехядерный процессор Broadcom BCM2712
13	Частота процессора вычислительного модуля манипулятора	ГГц	2,4
14	Архитектура процессора вычислительного модуля манипулятора	-	64-бит Arm Cortex-A76
15	Объем памяти программ вычислительного модуля манипулятора	Гб	32
16	Объем оперативной памяти вычислительного модуля манипулятора	Гб	4
17	Количество сменных модулей инструмента в комплекте поставки	шт.	5

Име. №подл.	Взам. инв. №	Инв. №зубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Лист

5

№	Параметр	Единица измерения	Значение
18	Максимальный диаметр пишущего инструмента для модуля захвата пишущих инструментов	мм	10
19	Мощность лазера модуля лазерной гравировки, не более	мВт	500
20	Длина волны лазера модуля лазерной гравировки	нм	650
21	Максимальный размер изображения для рисования и лазерной гравировки	мм	90x135
22	Тип расходных материалов для модуля 3D-печати	-	PLA-филамент
23	Диаметр PLA-филамента для модуля 3D-печати	мм	1,75
24	Температура печатающей головки модуля 3D-печати, не более	°С	220
25	Длина тефлоновой трубки модуля 3D-печати	м	1
26	Максимальный размер объектов для 3D-печати	мм	50x50x50
27	Диаметр присоски модуля захвата вакуумного	мм	23
28	Мощность насоса модуля захвата вакуумного, не более	Вт	6
29	Минимальный раствор когтей модуля захвата механического	мм	26,5
30	Максимальный раствор когтей модуля захвата механического	мм	100

Име. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Лист

6

№	Параметр	Единица измерения	Значение
31	Углы поворота узла поворота башни (относительно положения по умолчанию)	градус	±171
32	Углы поворота узла поворота нижнего плеча (относительно вертикальной оси манипулятора)	градус	0...-90
33	Углы поворота узла поворота верхнего плеча (относительно нижнего плеча)	градус	53...146
34	Углы поворота узла поворота инструмента (относительно положения по умолчанию)	градус	±135
35	Входное напряжение блока питания	В	230
36	Частота входного напряжения блока питания	Гц	50
37	Выходное напряжение блока питания	В	12
38	Потребляемая мощность M Edu, не более	Вт	120
39	Ток выхода манипулятор (разъем 12V OUT), не более	А	4
40	Степень защиты корпуса	-	IP20
41	Диапазон рабочих температур	°С	+5...+40
42	Допустимая относительная влажность воздуха, не более	%	70
43	Масса манипулятора, не более	кг	6
44	Габаритные размеры манипулятора, не более	мм	250x250x450

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Лист

7

№	Параметр	Единица измерения	Значение
45	Масса M Edu в упаковке, не более	кг	10
46	Габаритные размеры M Edu в упаковке, не более	мм	250x350x480

1.1.3 Состав

В состав M Edu входят компоненты, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Состав M Edu

№	Наименование	Краткое описание	Количество
1	Информационный лист	Состав изделия и ссылки для получения эксплуатационной документации и методических указаний	1 шт.
2	Манипулятор	Многофункциональный настольный четырехосевой робот-манипулятор с плоскопараллельной кинематикой и обратной связью	1 шт.
3	Блок питания	Импульсный блок питания с кабелем для питания от сети переменного тока 230 В 50 Гц, вилка стандарта СЕЕ 4/7 (тип F) или 7/7 (тип E/F) с заземлением и выходным постоянным напряжением 12 В	1 шт.
4	Пульт управления	Проводной USB-геймпад для ручного управления M Edu	1 шт.

Име. №подл.	Име. №дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Лист

8

№	Наименование	Краткое описание	Количество
5	Экструдер	Головка для печати PLA-филаментом; входит в комплект модуля 3D-печати	1 шт.
6	Блок подачи PLA-филамента	Настольный блок с сервоприводом для подачи PLA-филамента в экструдер; входит в комплект модуля 3D-печати	1 шт.
7	Трубка тефлоновая	Трубка для подачи PLA-филамента в экструдер; входит в комплект модуля 3D-печати	1 шт.
8	Держатель катушки PLA-филамента	Две направляющие для установки катушки PLA-филамента; входит в комплект модуля 3D-печати	1 шт.
9	Защитное стекло	Стекло для защиты поверхности при 3D-печати; входит в комплект модуля 3D-печати	1 шт.
10	Тестовый PLA-филамент	PLA-филамент для проверки функции 3D-печати; входит в комплект модуля 3D-печати	10 м
11	Модуль лазерной гравировки	Модуль лазерный красный 650 нм 250 мВт с фокусировкой	1 шт.
12	Внешний блок коммутации инструмента	Блок с вакуумным насосом для модуля захвата вакуумного и безопасной коммутацией питания модуля лазерной гравировки	1 шт.
13	Ключ коммутации питания модуля лазерной гравировки	Ключ от ключ-выключателя, предназначенного для безопасной коммутации питания модуля лазерной гравировки	2 шт.
14	Модуль захвата пирующих инструментов	Захват для пирующих инструментов диаметром до 10 мм	1 шт.

Име. №подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Име. №дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Лист

9

№	Наименование	Краткое описание	Количество
15	Ручка Promobot	Шариковая ручка; используется совместно с модулем захвата пишущих инструментов	1 шт.
16	Поворотный модуль инструмента	Блок сервопривода для обеспечения вращения инструмента (не используется для модуля 3D-печати, модуля лазерной гравировки и модуля захвата пишущих инструментов)	1 шт.
17	Модуль захвата вакуумного	Модуль с вакуумной присоской	1 шт.
18	Модуль захвата механического	Блок инструмента с двумя акриловыми когтями, приводимыми в движение сервоприводом	1 шт.
19	Клеммная колодка	Коммутационная клеммная колодка	2 шт.
20	Шнур последовательного интерфейса RS485	Ответный шнур разъема последовательного интерфейса RS-485	1 шт.
21	Шнур прямого управления шаговыми двигателями STEP/DIR	Ответный шнур разъема прямого управления шаговыми двигателями STEP/DIR	1 шт.
22	Шнур логического интерфейса TTL	Ответный шнур разъема логического интерфейса TTL	1 шт.
23	Шнур шагового двигателя STEPPER	Ответный шнур разъема шагового двигателя STEPPER	1 шт.
24	Шнур выходного напряжения 12V OUT	Ответный шнур разъема выходного напряжения 12V OUT	1 шт.
25	Шнур последовательного интерфейса UART	Ответный шнур разъема последовательного интерфейса UART	1 шт.

Име. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

№	Наименование	Краткое описание	Количество
26	Шнур сетевого интерфейса ETHERNET	Ответный шнур разъема сетевого интерфейса ETHERNET	1 шт.
27	Шнур портов общего назначения GPIO	Ответный шнур разъема портов общего назначения GPIO	1 шт.
28	Шнур интерфейса ШИМ/TTL	Ответный шнур разъема интерфейса ШИМ/TTL	2 шт.
29	Шнур интерфейса ШИМ	Ответный шнур разъема интерфейса ШИМ	1 шт.
30	Шнур датчика температуры	Ответный шнур разъема датчика температуры	1 шт.

1.1.4 Устройство и работа

В основе M Edu лежит настольный 4-х осевой манипулятор (Рисунок 1), главными компонентами которого являются:

- основание, содержащая в себе вычислительные мощности, модуль подключения внешних устройств и приводы;
- башня с разъемами подключения сменных модулей и их креплением;
- полиуретановый корпус.

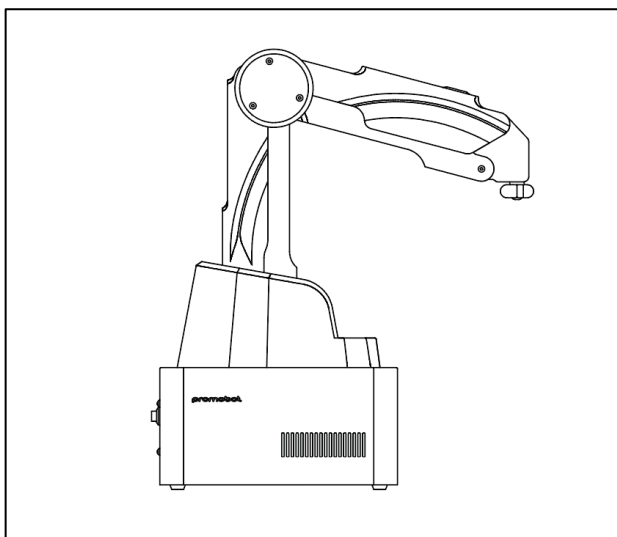
Име. №подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. №субл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

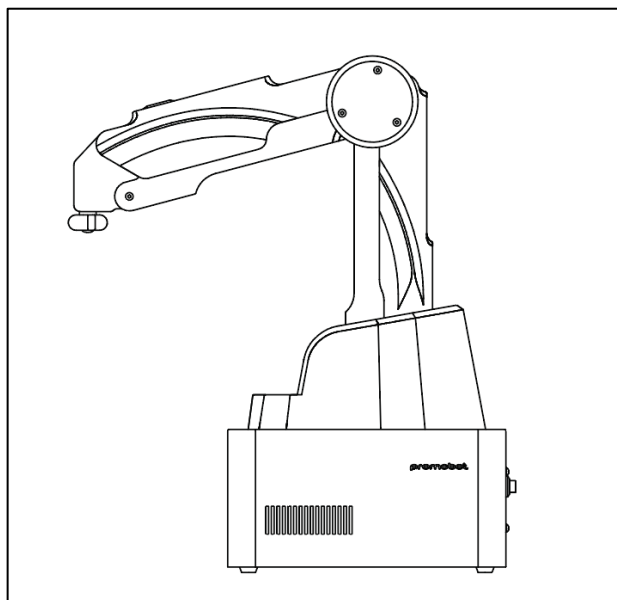
EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Лист

11



а)



б)

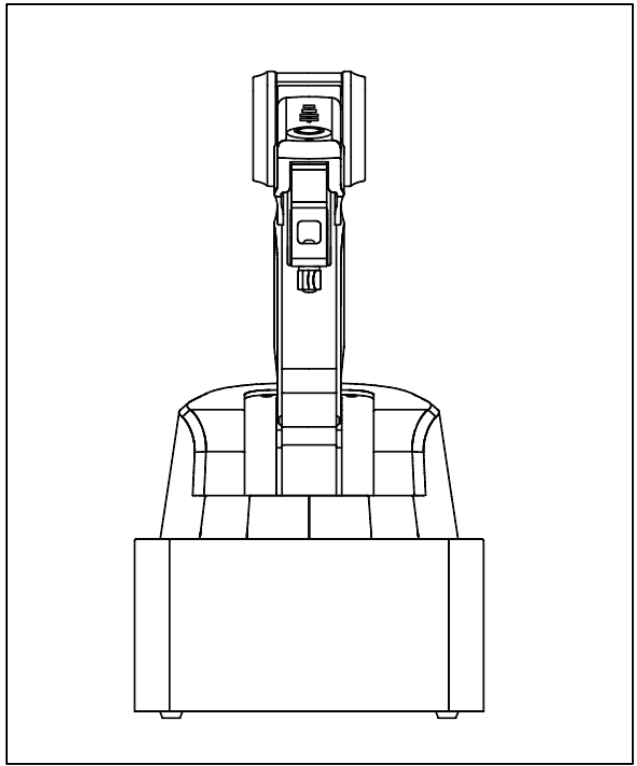
Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

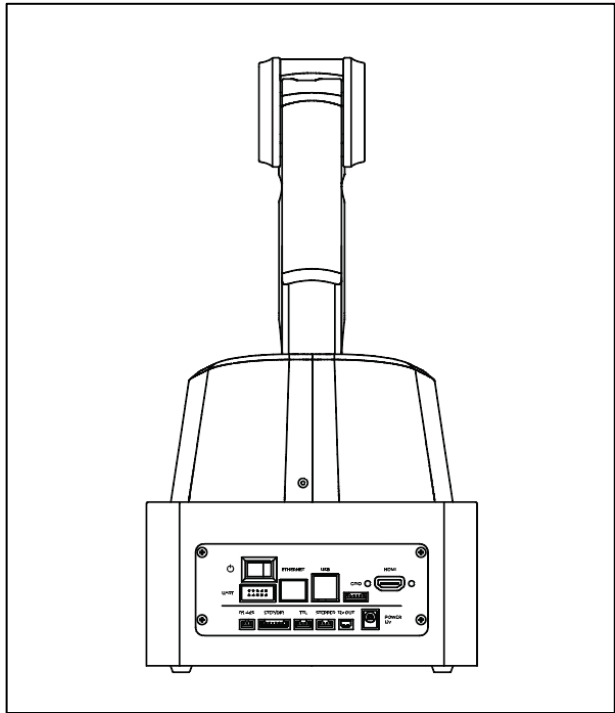
EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Лист

12



В)

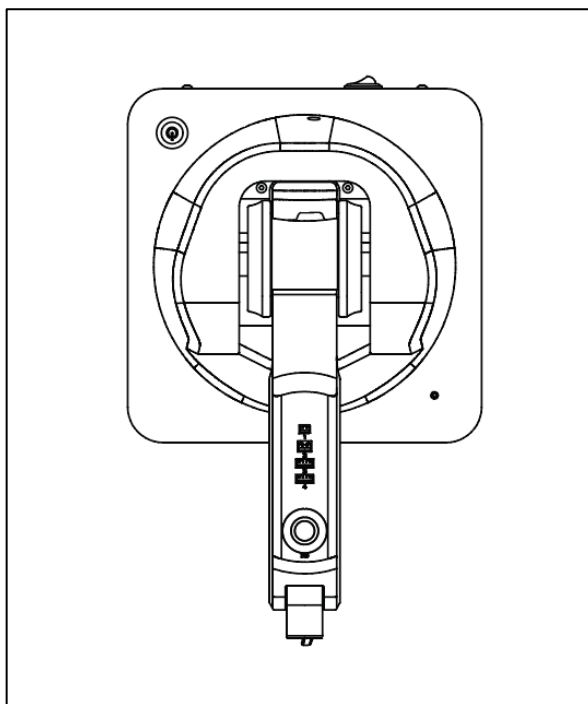


Г)

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата
Инв. № подл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ



д)

Рисунок 1 – M Edu: а) вид справа; б) вид слева; в) вид спереди; г) вид сзади; д) вид сверху

В качестве основного вычислительного модуля в M Edu используется одноплатный компьютер Raspberry Pi 5 с операционной системой Ubuntu, что позволяет обеспечить высокую производительность в самой M Edu и одновременно сравнительно невысокие требования к совместимому персональному компьютеру, который может использоваться в качестве интерфейса взаимодействия с M Edu.

На основании манипулятора расположены светодиодный экран, микрофон и динамик для обеспечения обратной связи пользователю при взаимодействии с M Edu.

В комплект поставки M Edu входит пульт управления для возможности ручного управления, а также пять сменных модулей инструмента: модуль захвата механического и модуль захвата вакуумного для перемещения предметов, модуль 3D-печати PLA-филаментом, модуль лазерной гравировки и модуль захвата пилющих инструментов для нанесения надписей и изображений на плоские поверхности совместимых материалов.

Для обеспечения удобной и безопасной эксплуатации в M Edu входят защитные, коммутационные элементы и расходные материалы для обеспечения доступа ко всем функциям.

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата
Инд. № подл.	Инд. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Лист

14

М Edu имеет возможности для интеграции с различными совместимыми модулями для расширения функциональных возможностей.

1.1.5 Маркировка

Маркировка изделия выполнена как на упаковке поставляемого М Edu, так и на самом манипуляторе.

Маркировка на упаковке расположена на боковых стенках и содержит следующую информацию:

- наименование изделия;
- напряжение питания;
- максимальную потребляемую мощность;
- дату производства;
- документы, в соответствии с которым произведена М Edu.
- комплект поставки;
- срок службы
- гарантийный срок;
- информацию об изготовителе;
- информацию о сертификации;
- параметры упаковки;
- информация о грузополучателе;
- информация о пункте назначения.

Маркировка на манипуляторе расположена на обратной стороне основания и содержит следующую информацию:

- наименование изделия;
- массу;
- габаритные размеры;
- напряжение питания;
- максимальную потребляемую мощность;
- дату производства;
- информацию об изготовителе;
- документы, в соответствии с которым произведена М Edu;

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	Инь. № дубл.
Инь. № подл.	Подпись и дата

- информацию о сертификации.

1.1.6 Упаковка

Упаковка M Edu предназначена для безопасной транспортировки манипулятора, сменных модулей и иных комплектующих.

Упаковка выполнена из белого гофрокартона с ручкой и ложементами (Рисунок 2). Будьте аккуратны при распаковке, чтобы не повредить упаковку – она может потребоваться для хранения и дальнейшей перевозки M Edu.

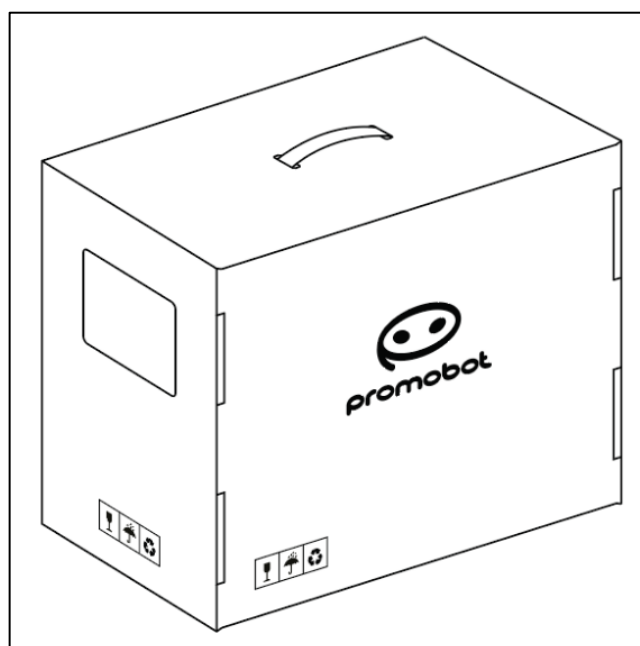


Рисунок 2 – Упаковка

1.2 Описание и работа составных частей M Edu

1.2.1 Описание составных частей

1.2.1.1 Манипулятор

Манипулятор представляет собой неразборный блок с разъемами для внешних подключений (Рисунок 3).

Иньв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Иньв. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

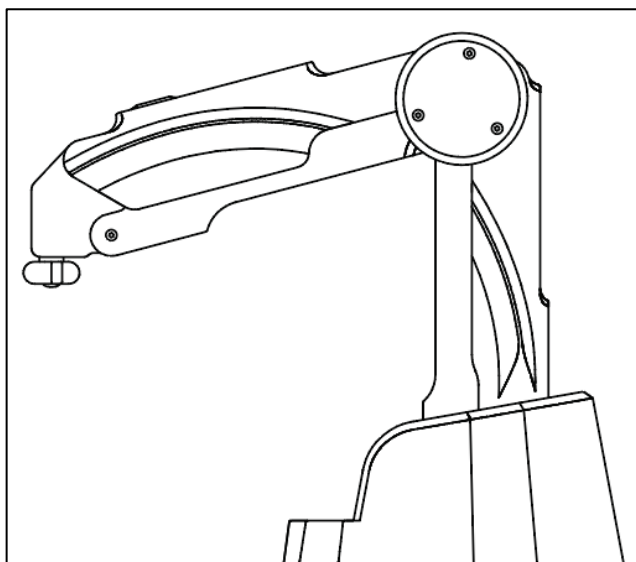


Рисунок 3 – Манипулятор

Подключения осуществляются через разъемы на панели разъемов основания и панели разъемов верхнего плеча (Рисунок 4) шнурами из состава M Edu.

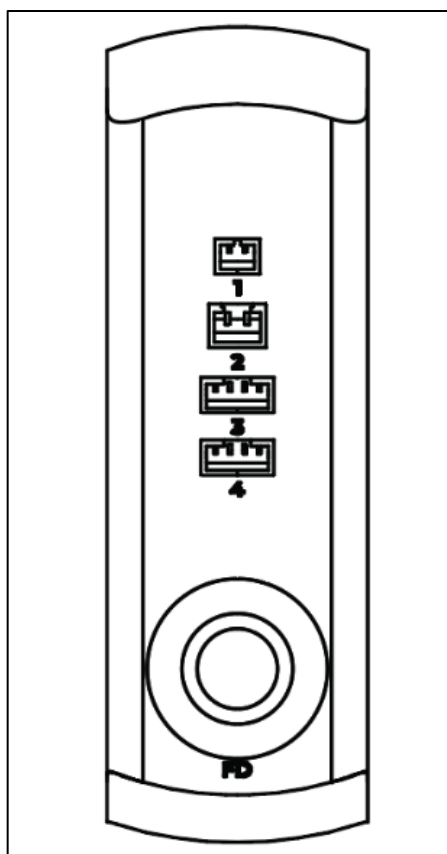


Рисунок 4 – Панель разъемов верхнего плеча

На основании манипулятора на стороне напротив панели разъемов основания находится встроенный светодиодный экран для отображения состояний M Edu.

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

В основании манипулятора находятся встроенные динамик и микрофон для обеспечения обратной связи.

Основным вычислительным модулем М Edu является одноплатный компьютер Raspberry Pi 5 (Рисунок 5), обеспечивающий работоспособность всех функций М Edu. Внешний персональный компьютер используется для предоставления пользователю интерфейса. Подключение к персональному компьютеру осуществляется через сеть Ethernet шнуром сетевого интерфейса ETHERNET из состава изделия.

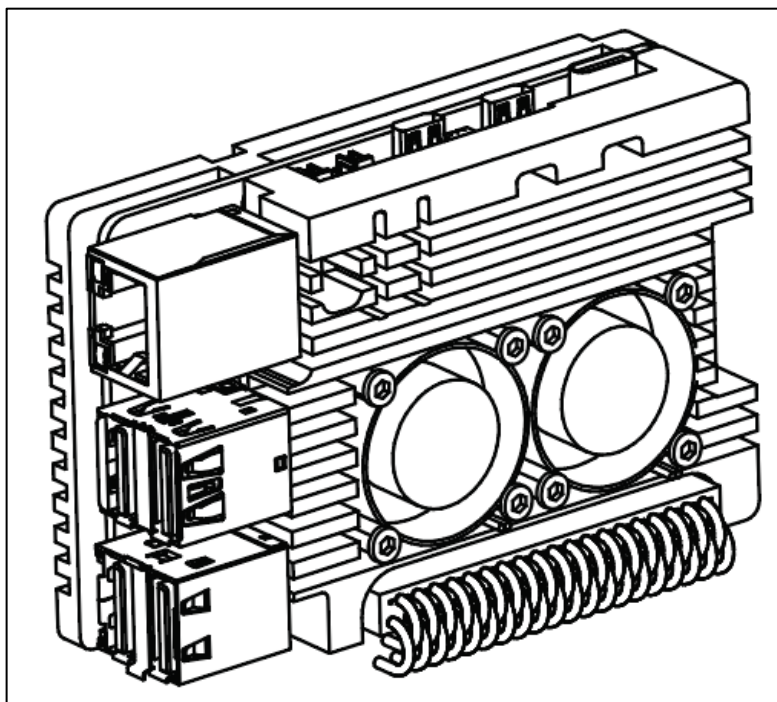


Рисунок 5 – Одноплатный компьютер Raspberry Pi 5

К М Edu могут напрямую подключаться монитор (через интерфейс HDMI) и элементы управления (мышь, клавиатура; через интерфейс USB).

Управление периферийными системами М Edu осуществляется через встроенный микроконтроллер STM32.

В манипуляторе располагаются три узла поворота, обеспечивающие движение. Приведение в движение узлов осуществляется шаговыми двигателями через ременные передачи. Положение узлов отслеживается с помощью энкодеров и концевых выключателей.

Четвертый узел поворота располагается в поворотном модуле инструмента, который подключается через разъем интерфейса ШИМ/TTL 1 на панели разъемов

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

верхнего плеча (Рисунок 4) и устанавливается фиксатором инструмента в гнездо фиксатора блока инструмента и закрепляется прижимным винтом блока инструмента.

В н и м а н и е! Все монтажные работы допускается производить только на обесточенном оборудовании.

Через поворотный модуль инструмента подключаются захваты механический и вакуумный.

На панели разъемов манипулятора находится тумблер включения питания манипулятора. Положение «0» – питание манипулятора выключено, положение «|» – питание манипулятора включено.

На корпусе основания находится не фиксируемая кнопка включения манипулятора. При поданном питании нажатие на кнопку вызывает включение M Edu; при включенном состоянии нажатие на кнопку запускает процесс выключения M Edu.

1.2.1.2 Пульт управления

Пульт управления представляет собой игровой пульт с кнопками и аналоговым стиком, подключаемый по интерфейсу USB через разъем на панели разъемов основания (Рисунок 6).

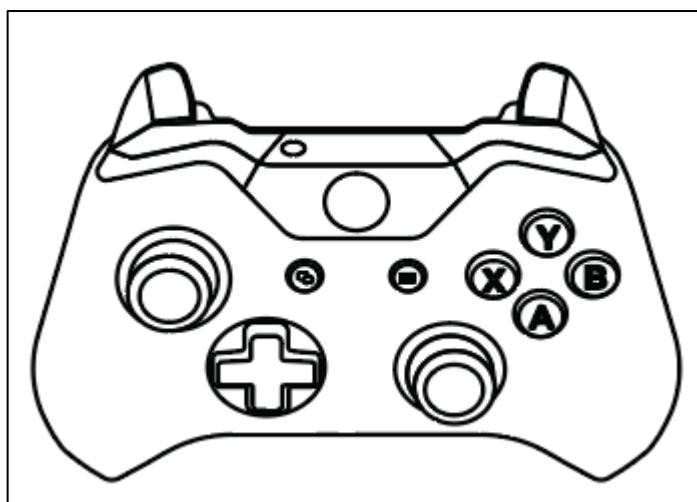


Рисунок 6 – Пульт управления

Пульт управления позволяет осуществлять ручное управление движением манипулятора посредством кнопок и аналогового стика.

Интерфейс управления M Edu с помощью пульта управления определяется версией программного обеспечения.

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	
Инь. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.2.1.3 Блок питания

Блок питания представляет собой преобразователь переменного напряжения 230 В 50 Гц в постоянное напряжение 12 В. Блок питания имеет контакт заземления, что обеспечивает безопасное использование М Edu (Рисунок 7).

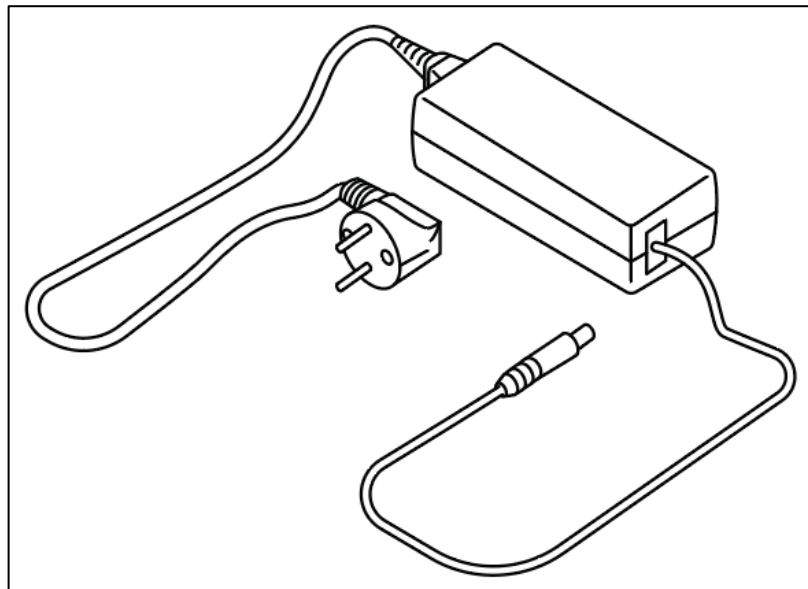


Рисунок 7 – Блок питания

Блок питания подключается к М Edu через разъем питания POWER 12V.

В н и м а н и е!

- 1 Подключение блока питания к М Edu разрешается только при установке в положение «0» тумблера включения питания манипулятора.
- 2 Запрещается использование М Edu при повреждении элементов корпуса и кабелей блока питания.

1.2.1.4 Внешний блок коммутации инструмента

Внешний блок коммутации инструмента (Рисунок 8) предназначен для:

- безопасной коммутации питания модуля лазерной гравировки;
- работы модуля захвата вакуумного.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

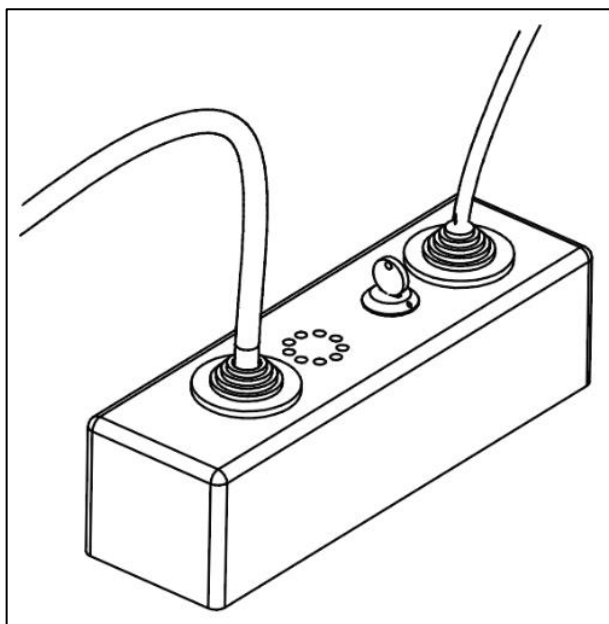


Рисунок 8 – Внешний блок коммутации инструмента

Блок содержит вакуумный насос и ключ-выключатель.

При использовании совместно с модулем захвата вакуумного требуется подключить блок коммутации инструмента к разъему выходного напряжения 12V OUT на панели разъемов основания.

При использовании совместно с модулем лазерной гравировки требуется подключить блок коммутации инструмента к разъему логического интерфейса TTL на панели разъемов основания.

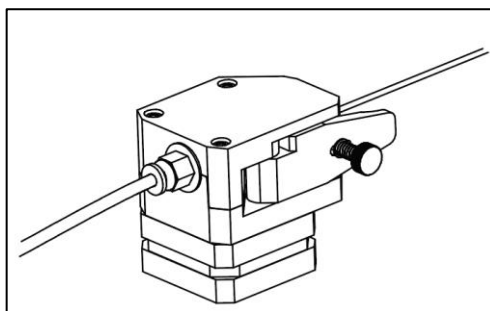
1.2.1.5 Модуль 3D-печати

Модуль 3D-печати предназначен для печати 3D-объектов PLA-филаментом.

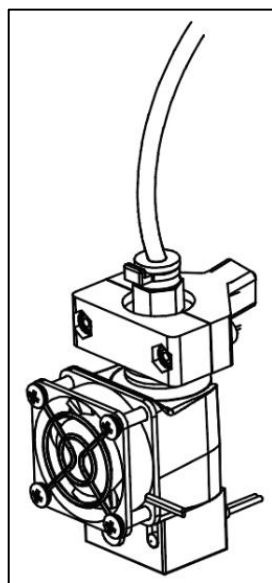
В состав модуля входят экструдер с печатающей головкой (Рисунок 10), тефлоновая трубка для подачи филамента, блок подачи PLA-филамента, держатель катушки PLA-филамента и защитное стекло. Для осуществления тестовой печати в комплект также входят 10 метров PLA-филамента.

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------



а)



б)

Рисунок 9 – Модуль 3D-печати: а) экструдер; б) печатающая головка

Модуль 3D-печати подключается к манипулятору: к разъему шагового двигателя STEPPER (блок подачи PLA-филамента), к разъему выходного напряжения 12V OUT (нагревательный элемент экструдера) на панели разъемов основания и разъему интерфейса ШИМ (вентилятор экструдера) и разъему датчика температуры (датчик температуры экструдера) на панели разъемов верхнего плеча (Рисунок 4).

Перед первым использованием PLA-филамент устанавливается в держатель катушки PLA-филамента (при необходимости), заправляется в блок подачи PLA-филамента и через тефлоновую трубку направляется к экструдеру. Экструдер устанавливается фиксатором инструмента в гнездо фиксатора блока инструмента и закрепляется прижимным винтом блока инструмента.

В н и м а н и е! Все монтажные работы допускается производить только на обесточенном оборудовании.

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подпись и дата	Инд. № дубл.
Инд. № подл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Расположение защитного стекла определяется размером 3D-объекта. Инструкцию по расположению защитного стекла можно получить в программном обеспечении перед началом печати.

В н и м а н и е!

- 1 Печатающая головка и выходящий из нее пластик имеют высокую температуру.
- 2 Прикосновение к работающему оборудованию может привести к ожогам.
- 3 Ожидайте не менее 15 минут после окончания печати для снятия 3D-объекта с защитного стекла и не менее 30 минут после окончания печати для демонтажа модуля 3D-печати.

1.2.1.6 Модуль лазерной гравировки

Модуль лазерной гравировки предназначен для нанесения изображений на материал (дерево или картон) путем кратковременного точечного нагрева поверхности с последующим изменением свойств материала в точке воздействия, что приводит также к изменению цвета.

В н и м а н и е! Не допускается использование иных материалов в связи с возможной токсичностью испаряемых в процессе работы веществ.

В состав модуля входят лазерная головка с фиксатором инструмента (Рисунок 10), защитные очки. Для обеспечения работы модуль подключается через блок коммутации инструмента (Рисунок 8). Для обеспечения безопасной работы питание модуля управляется через ключ-выключатель.

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

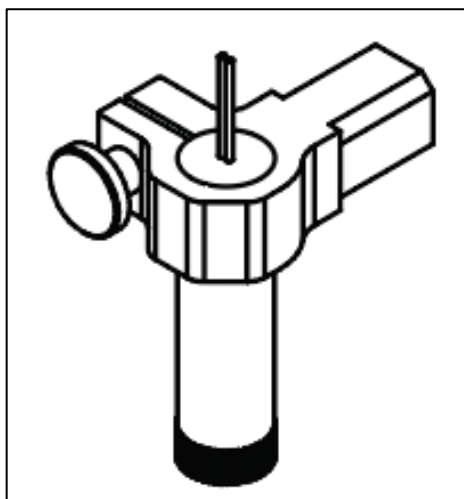


Рисунок 10 – Лазерная головка с фиксатором инструмента

Перед началом работы лазерная головка подключается к разъему интерфейса ШИМ/TTL 1 на панели разъемов верхнего плеча (Рисунок 4) и устанавливается фиксатором инструмента в гнездо фиксатора блока инструмента и закрепляется прижимным винтом блока инструмента.

В н и м а н и е! Все монтажные работы допускается производить только на обесточенном оборудовании.

Расположение материала для нанесения лазерной гравировки определяется размером изображения. Инструкцию по расположению материала для нанесения лазерной гравировки можно получить в программном обеспечении перед началом лазерной гравировки.

В н и м а н и е!

- 1 Перед использованием необходимо надеть защитные очки.
- 2 Прямой или отраженный луч лазера может вызвать ожоги или слепоту.

1.2.1.7 Модуль захвата пишущих инструментов

Модуль захвата пишущих инструментов (Рисунок 11) предназначен для нанесения надписей пишущими инструментами диаметром до 10 мм на плоские поверхности, совместимые с конкретным пишущим инструментом.

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

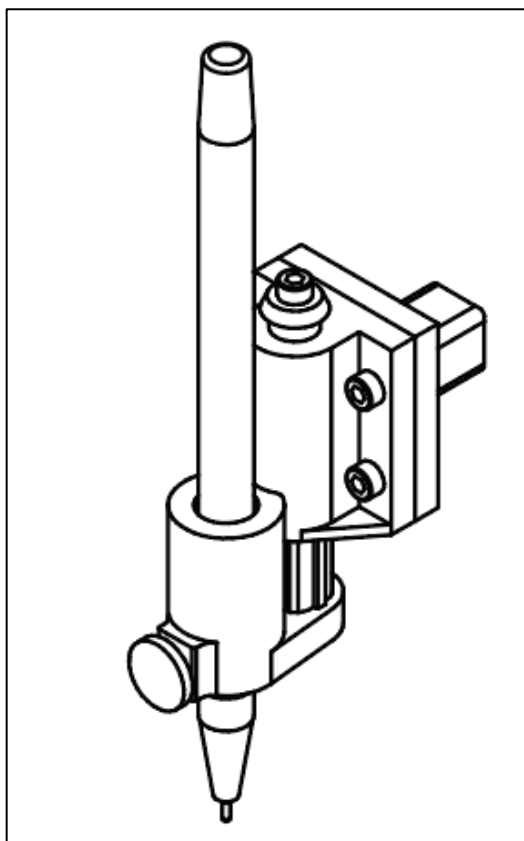


Рисунок 11 – Модуль захвата пищевых инструментов

Перед началом работы держатель пищевого инструмента устанавливается фиксатором инструмента в гнездо фиксатора блока инструмента и закрепляется прижимным винтом блока инструмента.

Расположение материала для нанесения изображения определяется размером изображения. Инструкцию по расположению материала для нанесения изображения можно получить в программном обеспечении перед началом рисования.

1.2.1.8 Модуль захвата вакуумного

Модуль захвата вакуумного предназначен для перемещения предметов путем создания пониженного давления между присоской вакуумного захвата и поверхностью предмета.

Модуль захвата вакуумного состоит из присоски вакуумного захвата (Рисунок 12) и вакуумного насоса (расположен в блок коммутации инструмента (Рисунок 8)).

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

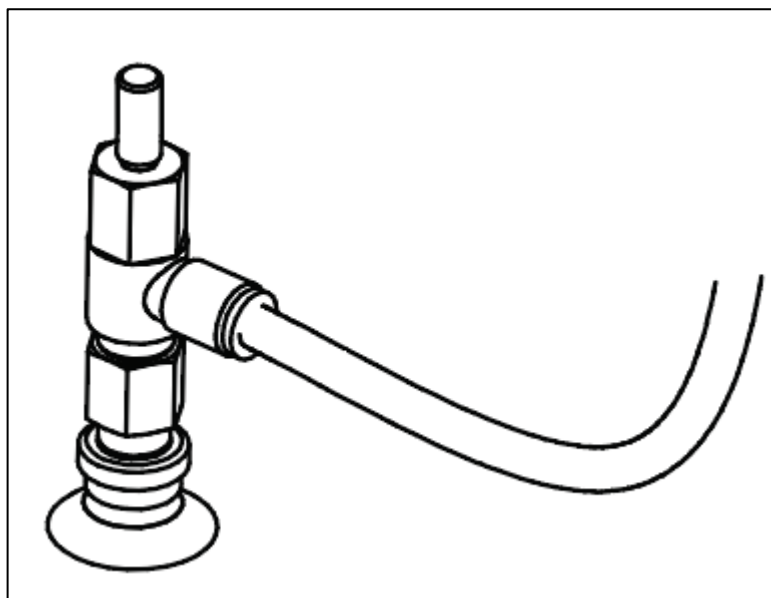


Рисунок 12 – Присоска вакуумного захвата

Перед началом работы модуль захвата вакуумного устанавливается в поворотный блок инструмента (Рисунок 13).

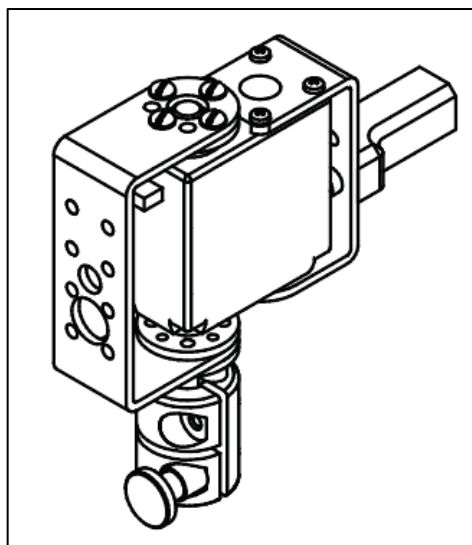


Рисунок 13 – Поворотный блок инструмента

В н и м а н и е! Все монтажные работы допускается производить только на обесточенном оборудовании.

1.2.1.9 Модуль захвата механического

Модуль захвата механического предназначен для перемещения предметов путем захвата предметов когтями механического захвата.

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Модуль захвата вакуумного состоит из привода механического захвата и двух когтей (Рисунок 14).

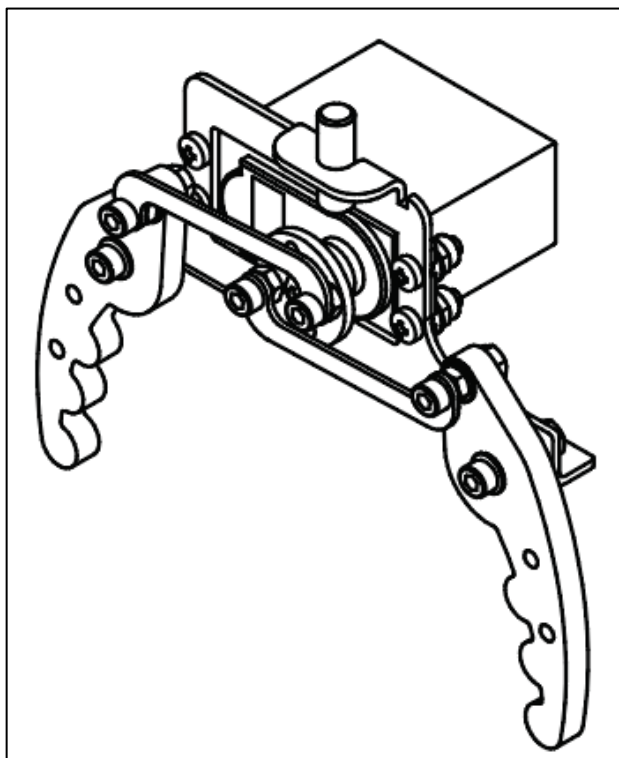


Рисунок 14 – Модуль захвата вакуумного

Привод модуля захвата вакуумного подключается к разъему интерфейса ШИМ/TTL 2 на панели разъемов верхнего плеча (Рисунок 4).

Перед началом работы модуль захвата механического устанавливается в поворотный блок инструмента (Рисунок 13).

В н и м а н и е! Все монтажные работы допускается производить только на обесточенном оборудовании.

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

Сборка, подготовка к работе, включение, остановка и обслуживание во время эксплуатации должны проводиться в совокупности с выполнением указаний соответствующих разделов данного руководства.

К самостоятельной работе с M Edu допускаются только лица старше 18 лет. Все работы младших возрастных групп должны производиться под контролем взрослых.

При эксплуатации M Edu по условиям безопасности следует учитывать ограничения, указанные в технических характеристиках (см. Таблица 1). Запрещается эксплуатация M Edu при параметрах окружающей среды, которые превышают предельные значения, указанные в паспорте M Edu. Несоблюдение указанных условий может привести к выходу из строя M Edu.

Обеспечьте достаточное пространство для безопасной работы M Edu. Минимальное расстояние от стен и других объектов должно составлять не менее 1 метра.

Избегайте эксплуатацию вблизи источников воды, чтобы предотвратить повреждение M Edu.

Избегайте ударов, падений или других механических воздействий на M Edu, так как это может привести к его повреждению и попаданию внутрь жидкости, пыли, посторонних предметов.

Не используйте абразивные или химически активные материалы для очистки наружных поверхностей.

Используйте только оригинальный блок питания и аксессуары, предоставленные производителем. Не подключайте M Edu к источникам питания с нестабильным напряжением.

Не используйте M Edu вблизи источников сильных электромагнитных полей, которые могут привести к выходу из строя или ухудшению работы электронных компонентов;

Регулярно обновляйте ПО M Edu до последней версии, чтобы обеспечить его стабильную работу и безопасность. Не используйте неофициальные обновления или модификации.

Инь. № дубл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	
Инь. № дубл.	
Инь. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Убедитесь, что используемое ПО совместимо с вашим устройством. Ознакомьтесь с требованиями системы перед установкой новых приложений.

2.1.1 Подготовка M Edu к использованию

2.1.1.1 Инструкция по сборке

Для сборки M Edu выполните следующие шаги:

1. Установите манипулятор на плоскую поверхность. Убедитесь, что в радиусе 0,5 метров относительно центральной вертикальной оси манипулятора отсутствуют посторонние предметы.
2. Переведите тумблер включения питания манипулятора в положение «0».
3. Установите нужный вам сменный модуль, закрепите фиксаторы, осуществите коммутацию шнуров к соответствующим разъемам. Если используются модуль лазерной гравировки или модуль захвата вакуумного, расположите блок коммутации инструмента на расстоянии не менее 0,5 м относительно центральной вертикальной оси манипулятора. Если используется модуль 3D-печати, расположите блок подачи инструмента и держатель катушки PLA-филамента на расстоянии не менее 0,5 м относительно центральной вертикальной оси манипулятора.
4. В зависимости от выбранной конфигурации работы подключите к манипулятору персональный компьютер шнуром сетевого интерфейса ETHERNET или монитор (через разъем мультимедийного интерфейса HDMI) и элементы управления (через разъемы шины USB).
5. Подключите блок питания к разъему питания POWER 12V.
6. Подключите блок питания к бытовой сети 230 В 50 Гц.
7. Переведите тумблер включения питания манипулятора в положение «|».
8. Нажмите кнопку включения манипулятора. По звуковому сигналу и появлению индикации на светодиодном экране убедитесь, что манипулятор включился.

2.1.1.2 Установка программного обеспечения (Приложение «M Edu»)

Для работы с манипулятором предусмотрены 2 режима работы:

- Использование манипулятора в качестве рабочей станции;

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Лист

29

- Подключение манипулятора к внешней рабочей станции.

Для работы в режиме использования манипулятора в качестве рабочей станции установка ПО не требуется. Достаточно подключить необходимое оборудование, после чего будет доступен интерфейс предустановленного ПО для работы с манипулятором.

Для работы в режиме подключения манипулятора к внешней рабочей станции требуется запуск ПО управления манипулятором на рабочей станции, к которой подключается манипулятор.

Для получения доступа к актуальной версии ПО выполните следующие действия:

- Перейдите по ссылке, указанной в поставляемой с манипулятором документации. Откроется страница мастера установки ПО на ваше устройство;
- Следуйте инструкциям по установке ПО и подключения манипулятора на экране. В результате будет установлено приложение «M Edu»;
- Запустите приложение «M Edu» на вашем устройстве.

2.1.2 Использование M Edu

2.1.2.1 Работа с приложением «M Edu»

2.1.2.1.1 Главное меню

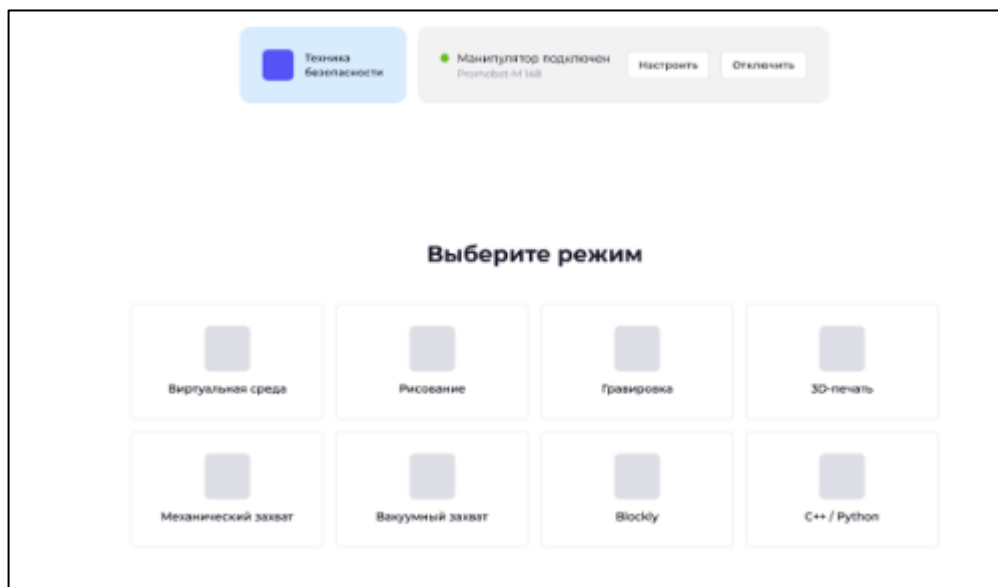


Рисунок 15 – Экран главного меню

Главное меню (Рисунок 15) содержит разделы и инструменты, которые раскрываются при нажатии одноименных кнопок:

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- «Техника безопасности» – раздел содержит инструкцию о технике безопасности при работе с M Edu. Для начала работы с приложением «M Edu» необходимо обязательно ознакомиться с инструкцией и нажать кнопку «Ознакомлен»;
- Статус подключения – раздел содержит информацию о статусе подключения M Edu к устройству и кнопку «Подключить», предназначенную для подключения M Edu;
- «Виртуальная среда» – раздел предназначен для проверки работы манипулятора в виртуальной среде и настройки функции «Freedrive»;
- «Рисование» – инструмент, предназначенный для работы с рисунками и запуска процесса рисования;
- «Гравировка» – инструмент, предназначенный для работы с рисунками и запуска процесса гравировки;
- «3D-печать» – инструмент, предназначенный для управления процессом 3D-печати;
- «Механический захват» – инструмент, предназначенный для запуска механического захвата;
- «Вакуумный захват» – инструмент, предназначенный для запуска вакуумного захвата;
- «Программирование в blockly» – инструмент, предназначенный для выстраивания алгоритма действий манипулятора с помощью шаблонных элементов;
- «Программирование на C++ / Python» – инструмент, предназначенный для разработки алгоритма действий манипулятора с помощью языков программирования C++ / Python.

2.1.2.1.2 Раздел статуса подключения

Для подключения M Edu в главном меню нажмите кнопку «Подключить». Отобразится форма «Поиск манипулятора» (Рисунок 16). Для отмены поиска M Edu нажмите кнопку «Отмена».

Инь. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инь. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

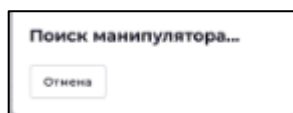


Рисунок 16 – Форма «Поиск M Edu»

Дождитесь, пока система обнаружит манипулятор.

В случае успешного подключения, в разделе статус подключения M Edu в главном меню отобразится как «Манипулятор подключен» (Рисунок 17).



Рисунок 17 – Статус подключения M Edu

В случае не успешного подключения, отобразится форма уведомления «Манипулятор не найден. Проверьте подключение и попробуйте снова». Нажмите кнопку «Проверить» для повторного подключения после проверки либо «Отмена» для закрытия формы.

Для отключения M Edu отключите ее от вашего устройства. Статус подключения на главном экране изменится на «Манипулятор не подключен» (Рисунок 18).



Рисунок 18 – Статус подключения M Edu

2.1.2.1.3 Раздел «Настройки»

После подключения M Edu к вашему устройству необходимо выполнить ее настройку. Для этого нажмите кнопку «Настроить» в разделе статуса подключения (Рисунок 17).

Отобразится форма «Настройки» с кнопками управления настройками (Рисунок 19):

- «Исходное положение» – открыть форму с параметрами положения манипулятора, когда он не активен;
- «Сброс настроек» – открыть форму «Сброс настроек» для сброса текущей настройки манипулятора. Для подтверждения сброса настроек нажмите «Сбросить» (Рисунок 20);
- «Обновление ПО» – открыть форму «Обновление ПО» с доступными обновлениями для ПО, нажмите кнопку «Загрузить» (Рисунок 21). Если на

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

данный момент обновлений нет, то отобразится уведомление «Обновление ПО. Установлена актуальная версия ПО» (Рисунок 22).

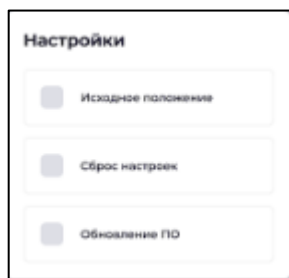


Рисунок 19 – Форма «Настройки»

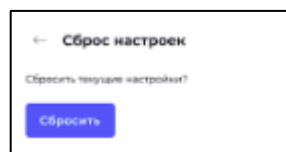


Рисунок 20 – Форма «Сброс настроек»

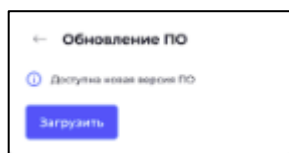


Рисунок 21 – Форма «Обновление ПО»



Рисунок 22 – Форма «Обновление ПО. Установлена актуальная версия ПО»

2.1.2.1.4 Раздел «Виртуальная среда»

Для отображения раздела «Виртуальная среда» нажмите кнопку «Виртуальная среда» в главном меню приложения «М Edu».

Раздел предназначен для просмотра визуализации работы манипулятора в виртуальной среде.

В разделе представлена функция Freedrive, предназначенная для настройки движений манипулятора вручную. Нажмите кнопку «Freedrive», отобразится форма настройки функции, которая содержит:

- краткую информация о функции Freedrive;
- кнопку «Приступить»;

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	
Инь. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- кнопку «Отмена».

Для создания траектории манипулятора выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку «Приступить»;
2. Вручную зафиксируйте манипулятор в нужном положении;
3. Проверьте отображение зафиксированной точки на экране устройства;
4. Нажмите кнопку «Зафиксировать»;
5. Повторите 2, 3 и 4 шага для фиксации последующих положений манипулятора;
6. Нажмите кнопку «Завершить».

2.1.2.1.5 Инструмент «Рисование»

Для отображения инструмента «Рисование» нажмите кнопку «Рисование» в главном меню приложения «M Edu». Отобразится виджет с кнопками:

- «Техника безопасности»;
- «Настройка рисования» – активируется только при условии ознакомления с техникой безопасности;
- «Рисовать» – активируется только после настройки рисования;
- «Другой режим» – кнопка для возврата в главное меню.

Прежде чем приступить к работе с инструментом «Рисование», необходимо ознакомиться с техникой безопасности. Для этого выполните следующие действия:

- нажмите кнопку «Техника безопасности»;
- ознакомьтесь с текстом техники безопасности;
- нажмите кнопку «Ознакомлен».

2.1.2.1.5.1 Настройка рисования

Для дальнейшей работы с инструментом «Рисование» необходимо выполнить настройку:

- Нажмите кнопку «Настройка рисования», отобразится форма настройки инструмента, которое содержит визуальную инструкцию с подробным описанием действий.
- Нажмите кнопку «Начать калибровку». Следуйте указаниям инструкции на экране. После выполнения каждого действия нажмите кнопку «Подтвердить».

В результате в меню виджета кнопка «Рисовать» становится активной.

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	
Инь. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

2.1.2.1.5.2 Процесс рисования

Для начала процесса рисования нажмите кнопку «Рисовать», отобразится форма для работы с рисунками (Рисунок 23). Форма содержит:

- область рисования;
- панель инструментов для создания графических элементов рисунка:
 - прямоугольник;
 - круг;
 - линия;
 - текст;
 - ластик;
- кнопки:
 - «Выбрать рисунок»;
 - «Тест в виртуальной среде»;
 - «Запуск рисования»;
 - «Выйти».

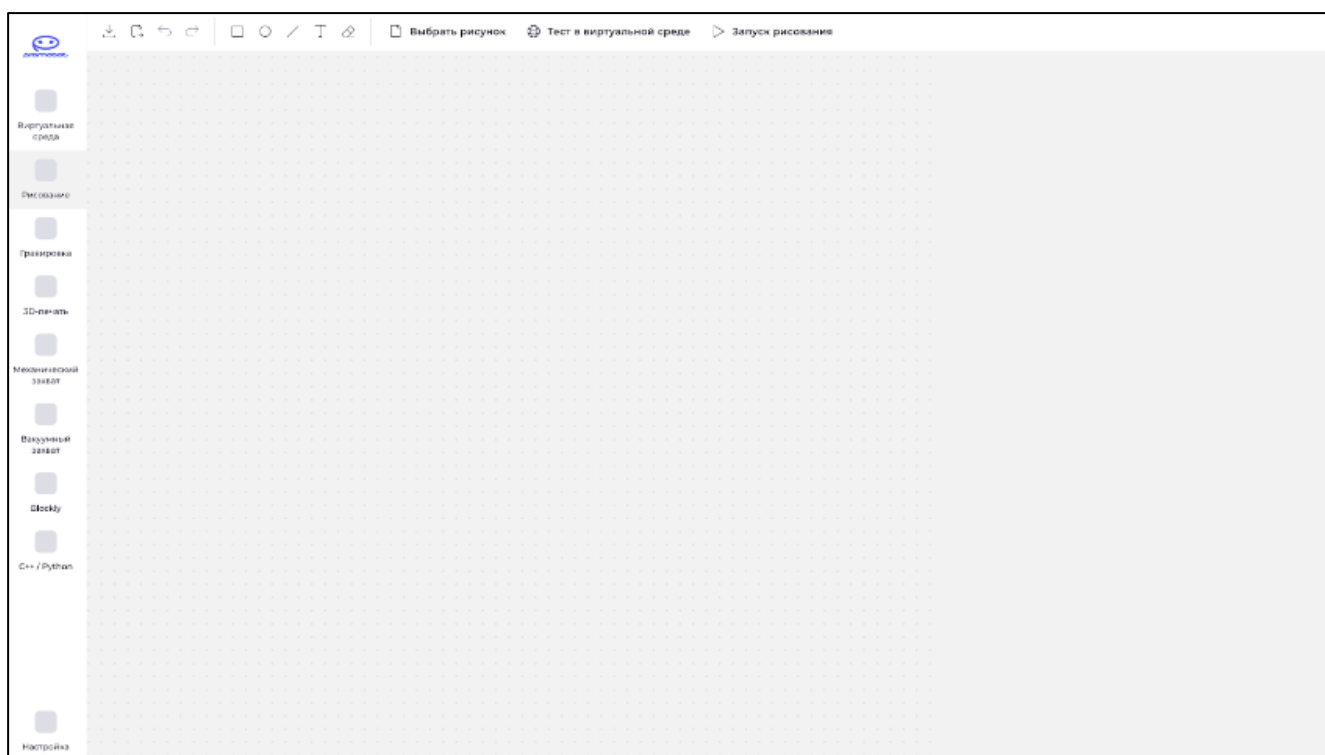


Рисунок 23 – Форма для работы с рисунками

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Для создания рисунка с помощью панели инструментов выполните следующие действия:

- выберите нужный элемент на панели инструментов;
- разместите его в области рисования;
- сохраните рисунок на своем устройстве;
- нажмите кнопку «Загрузить», чтобы открыть сохраненный рисунок.

Вы можете загрузить любой рисунок со своего устройства, для этого нажмите кнопку «Выбрать рисунок», отобразится окно «Открытие» (Рисунок 24). Выберите нужное изображение.

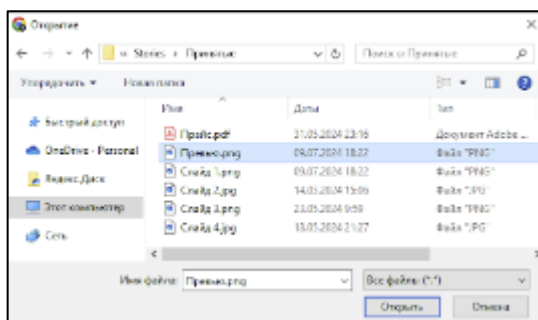


Рисунок 24 – Окно «Открытие»

Перед запуском рисования на манипуляторе вы можете провести тест в виртуальной среде. Для этого нажмите кнопку «Тест в виртуальной среде». Отобразится форма «Виртуальная среда» с 3D-моделью манипулятора (Рисунок 25). Для запуска нажмите кнопку плей, для остановки – стоп.

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата
Инь. № подл.	Инь. № дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

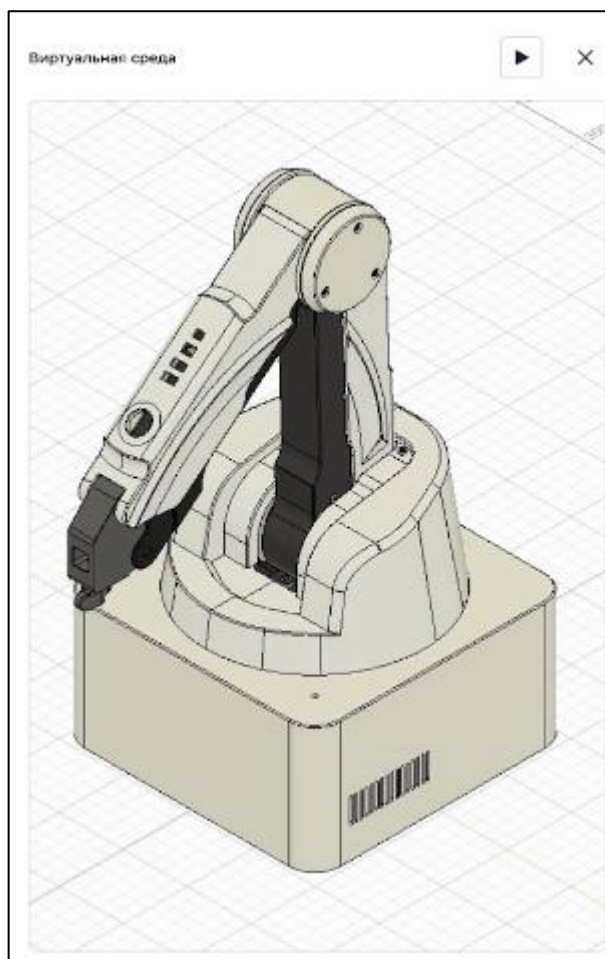


Рисунок 25 – Форма «Виртуальная среда»

Для запуска процесса рисования с помощью манипулятора, на форме для работы с рисунками нажмите кнопку «Запуск рисования». Отобразится уведомление «Внимание! Манипулятор готов рисовать. Убедитесь, что в зоне рисования нет посторонних предметов» (Рисунок 26). Нажмите кнопку «Начать» для запуска.

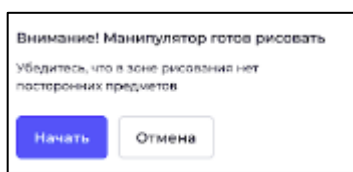


Рисунок 26 – Уведомление

На форме для работы с рисунками отобразится уведомление «Рисую..» (Рисунок 27). Дождитесь завершения рисования и проверьте результат.

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Инд. № подл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------



Рисунок 27 – Уведомление

Для остановки процесса рисования нажмите кнопку «Остановить». В этом случае процесс рисования необходимо будет запускать заново.

2.1.2.1.6 Инструмент «Гравировка»

Для отображения инструмента «Гравировка» нажмите кнопку «Гравировка» в главном меню приложения «М Edu». Отобразится виджет с кнопками:

- «Техника безопасности»;
- «Настройка гравировки» – активируется только при условии ознакомления с техникой безопасности;
- «Гравировка» – активируется только после настройки гравировки;
- «Другой режим» – кнопка для возврата в главное меню.

Прежде чем приступить к работе с инструментом «Гравировка», необходимо ознакомиться с техникой безопасности. Для этого выполните следующие действия:

- нажмите кнопку «Техника безопасности»;
- ознакомьтесь с текстом техники безопасности;
- нажмите кнопку «Ознакомлен».

2.1.2.1.6.1 Настройка гравировки

Для дальнейшей работы с инструментом «Гравировка» необходимо выполнить настройку:

- Нажмите кнопку «Настройка гравировки», отобразится форма настройки инструмента, которое содержит визуальную инструкцию с подробным описанием действий.
- Нажмите кнопку «Начать калибровку». Следуйте указаниям инструкции на экране.
- Нажмите на кнопку «Подтвердить».

В результате в меню виджета кнопка «Гравировка» становится активной.

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

2.1.2.1.6.2 Процесс гравировки

Для начала процесса гравировки нажмите кнопку «Гравировка», отобразится форма для работы с рисунками (Рисунок 23). Форма содержит:

- область рисования;
- панель инструментов для создания графических элементов рисунка:
 - прямоугольник;
 - круг;
 - линия;
 - текст;
 - ластик;
- кнопки:
 - «Выбрать рисунок»;
 - «Тест в виртуальной среде»;
 - «Запуск рисования»;
 - «Выйти».

Для создания рисунка с помощью панели инструментов выполните следующие действия:

- выберите нужный элемент на панели инструментов;
- разместите его в области рисования;
- сохраните рисунок на своем устройстве;
- нажмите кнопку «Загрузить», чтобы открыть сохраненный рисунок.

Вы можете загрузить любой рисунок со своего устройства, для этого нажмите кнопку «Выбрать рисунок», отобразится окно «Открытие» (Рисунок 24). Выберите нужное изображение.

Перед запуском гравировки на манипуляторе вы можете провести тест в виртуальной среде. Для этого нажмите кнопку «Тест в виртуальной среде». Отобразится форма «Виртуальная среда» с 3D-моделью манипулятора (Рисунок 25). Для запуска нажмите кнопку плей, для остановки – стоп.

Для запуска процесса гравировки с помощью манипулятора, на форме для работы с рисунками нажмите кнопку «Запуск рисования». Отобразится уведомление «Внимание!

Инь. № дубл.	Подпись и дата
Инь. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инь. № подл.	

Манипулятор готов к лазерной гравировке. Убедитесь, что в зоне рисования нет посторонних предметов» (Рисунок 28). Нажмите кнопку «Начать» для запуска.

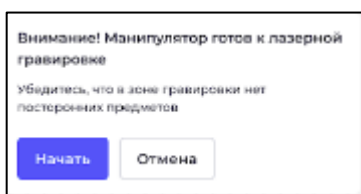


Рисунок 28 – Уведомление

На форме для работы с рисунками отобразится уведомление «Гравирую...» (Рисунок 29). Дождитесь завершения гравировки и проверяйте результат.



Рисунок 29 – Уведомление

Для остановки процесса гравировки нажмите кнопку «Остановить». В этом случае процесс гравировки необходимо будет запускать заново.

2.1.2.1.7 Инструмент «3D-печать»

Для отображения инструмента «3D-печать» нажмите кнопку «3D-печать» в главном меню приложения «М Edu». Отобразится виджет с кнопками:

- «Техника безопасности»;
- «Настройка 3D-печать» – активируется только при условии ознакомления с техникой безопасности;
- «3D-печать» – активируется только после настройки 3D-печать;
- «Другой режим» – кнопка для возврата в главное меню.

Прежде чем приступить к работе с инструментом «3D-печать», необходимо ознакомиться с техникой безопасности. Для этого выполните следующие действия:

- нажмите кнопку «Техника безопасности»;
- ознакомьтесь с текстом техники безопасности;
- нажмите кнопку «Ознакомлен».

Инь. № подл.	Взаим. инв. №	Инь. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

2.1.2.1.7.1 Настройка 3D-печати

Для дальнейшей работы с инструментом «3D-печать» необходимо выполнить настройку:

- Нажмите кнопку «Настройка 3D-печати», отобразится форма настройки инструмента, которое содержит визуальную инструкцию с подробным описанием действий.
- Нажмите кнопку «Начать калибровку». Следуйте указаниям инструкции на экране.
- Нажмите на кнопку «Подтвердить».

В результате в меню виджета кнопка «3D-печать» становится активной.

2.1.2.1.7.2 Процесс 3D-печати

Для начала процесса 3D-печати нажмите кнопку «3D-печать», отобразится форма управления процессом 3D-печати (Рисунок 30). Форма содержит:

- область отображения модели;
- кнопки:
 - «Выбрать модель»;
 - «Запуск печати».

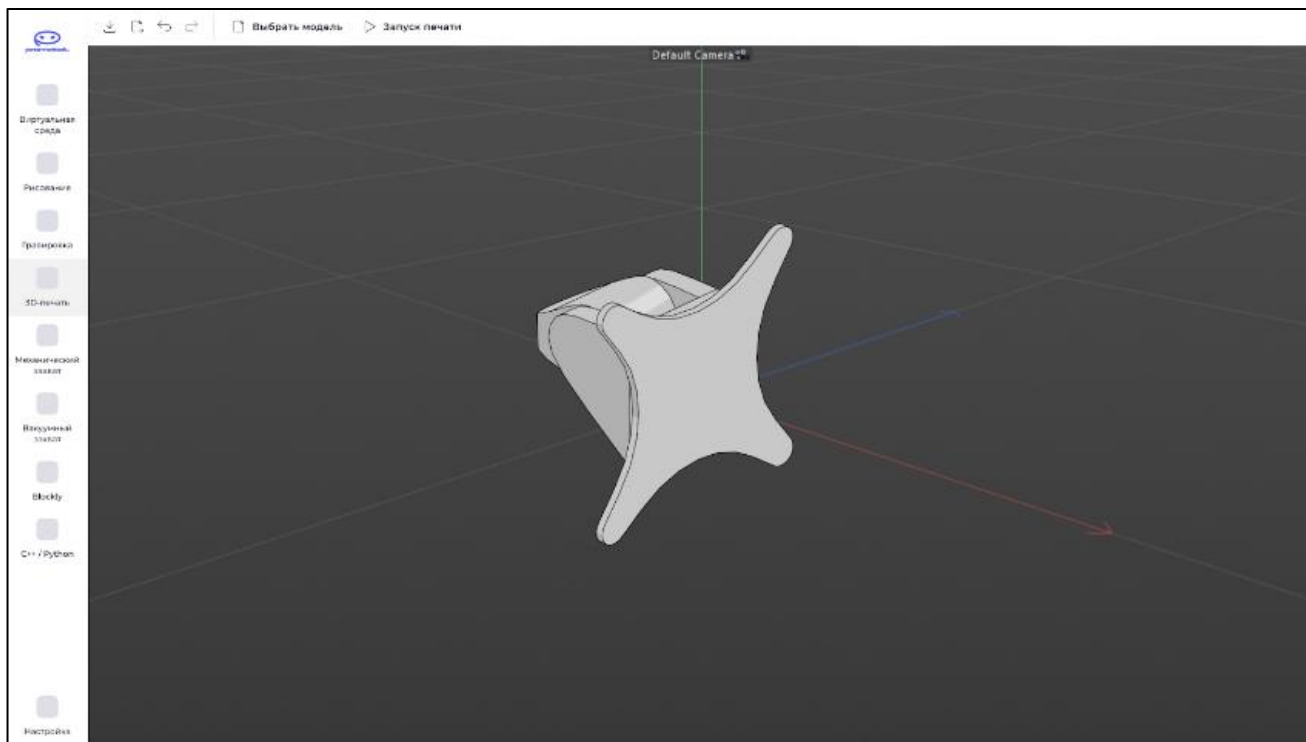


Рисунок 30 – Форма управления процессом 3D-печати

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Вы можете загрузить файл модели со своего устройства, для этого нажмите кнопку «Выбрать модель», отобразится окно «Открытие» (Рисунок 24). Выберите нужное изображение.

Для запуска процесса 3D-печати с помощью манипулятора, на форме для управления процессом 3D-печати нажмите кнопку «Запуск печати». Отобразится уведомление «Внимание! Манипулятор готов к печати. Убедитесь, что в зоне работы нет посторонних предметов» (Рисунок 31). Нажмите кнопку «Начать» для запуска.

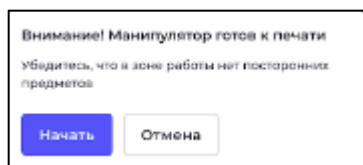


Рисунок 31 – Уведомление

На форме для управления процессом 3D-печати отобразится уведомление «Печатаю...» (Рисунок 32). Дождитесь завершения печати и проверяйте результат.



Рисунок 32 – Уведомление

Для остановки процесса 3D-печати нажмите кнопку «Остановить». В этом случае процесс печати необходимо будет запускать заново.

2.1.2.1.8 Инструмент «Механический захват»

Для отображения инструмента «Механический захват» нажмите кнопку «Механический захват» в главном меню приложения «M Edu». Отобразится виджет с кнопками:

- «Техника безопасности»;
- «Настройка захвата» – активируется только при условии ознакомления с техникой безопасности;
- «Работа с захватом» – активируется только после настройки захвата;
- «Другой режим» – кнопка для возврата в главное меню.

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Прежде чем приступить к работе с инструментом «Механический захват», необходимо ознакомиться с техникой безопасности. Для этого выполните следующие действия:

- нажмите кнопку «Техника безопасности»;
- ознакомьтесь с текстом техники безопасности;
- нажмите кнопку «Ознакомлен».

2.1.2.1.8.1 Настройка захвата

Для дальнейшей работы с инструментом «Механический захват» необходимо выполнить настройку:

- Нажмите кнопку «Настройка захвата», отобразится форма настройки инструмента, которое содержит визуальную инструкцию с подробным описанием действий.
- Нажмите кнопку «Начать калибровку». Следуйте указаниям инструкции на экране.
- Нажмите на кнопку «Подтвердить».

В результате в меню виджета кнопка «Работа с захватом» становится активной.

2.1.2.1.8.2 Работа с захватом

Для начала процесса запуска механического захвата нажмите кнопку «Работа с захватом», отобразится форма управления процессом механического захвата (Рисунок 33). Форма содержит:

- область настройки движений манипулятора;
- область визуализации 3D-модели манипулятора.

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

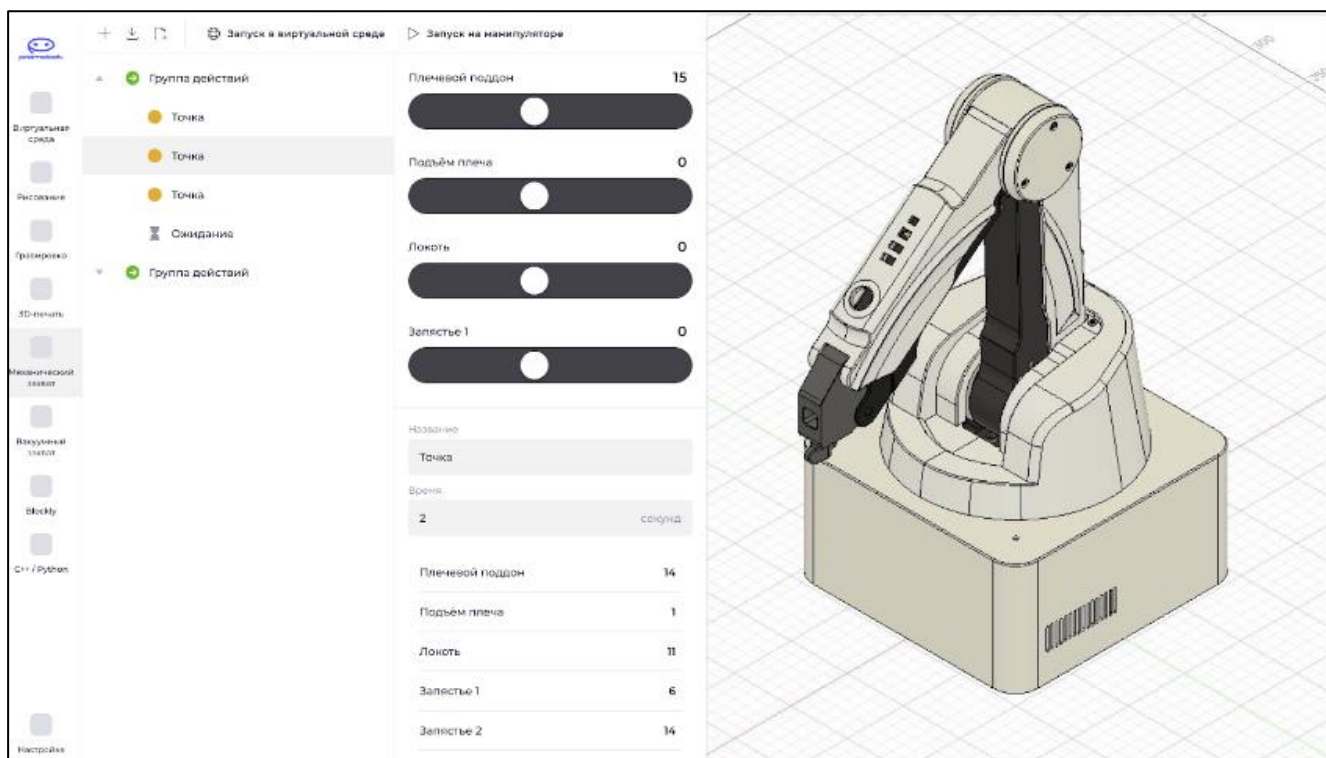


Рисунок 33 – Форма управления процессом механического захвата

Настройте движения манипулятора с помощью инструментов настройки движений.

Перед запуском механического захвата с помощью манипулятора, вы можете провести тест в виртуальной среде. Для этого нажмите кнопку «Запуск в виртуальной среде». В области визуализации 3D-модели манипулятора запустится скрипт с возможностью запуска и приостановки процесса захвата.

Для запуска процесса механического захвата с помощью манипулятора убедитесь, что в зоне действия манипулятора нет посторонних предметов, и нажмите на кнопку «Запуск на манипуляторе». Выполнение скрипта отобразится на форме управления процессом механического захвата в области кнопок (Рисунок 34). Дождитесь завершения выполнения скрипта.



Рисунок 34 – Форме управления процессом механического захвата

Для остановки выполнения скрипта нажмите кнопку стоп или пауза. В случае нажатия кнопки стоп, процесс захвата необходимо будет запускать заново.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

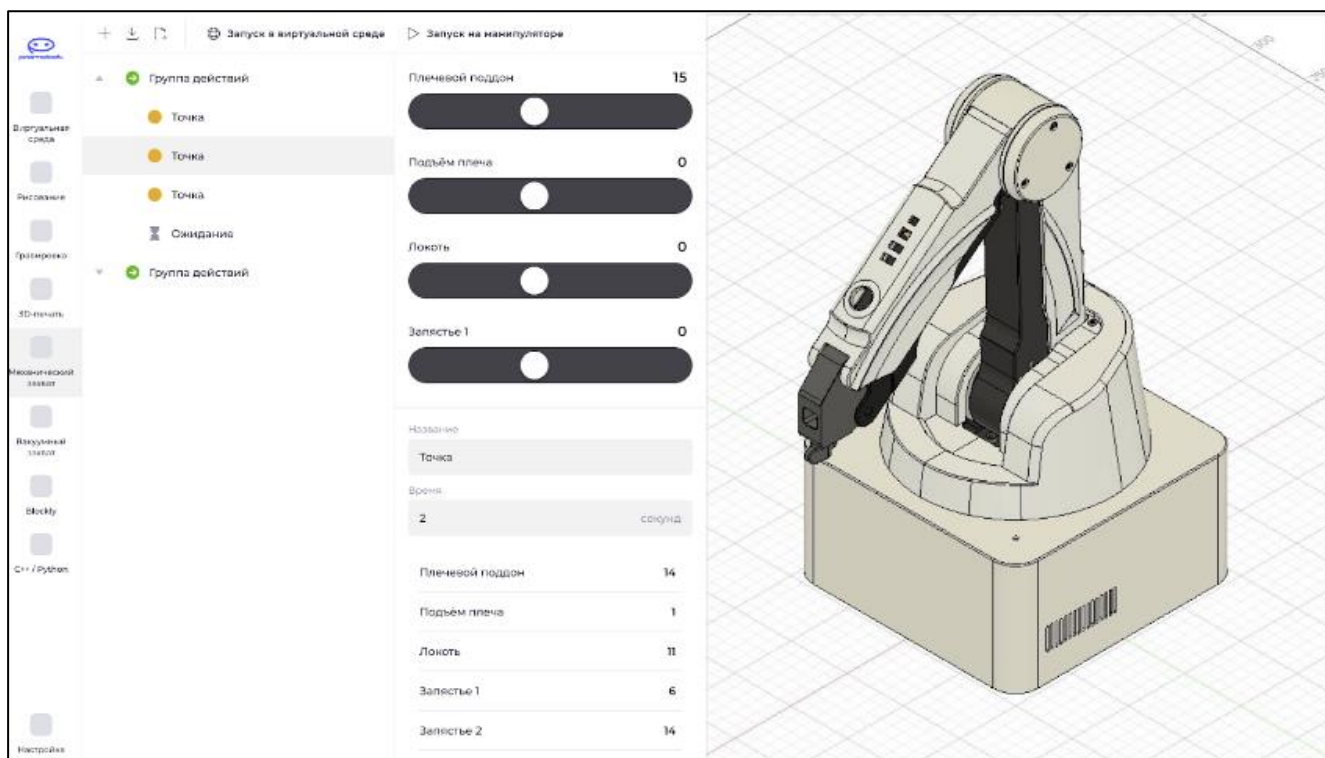


Рисунок 35 – Форма управления процессом вакуумного захвата

Настройте движения манипулятора с помощью инструментов настройки движений.

Перед запуском вакуумного захвата с помощью манипулятора, вы можете провести тест в виртуальной среде. Для этого нажмите кнопку «Запуск в виртуальной среде». В области визуализации 3D-модели манипулятора запустится скрипт с возможностью запуска и приостановки процесса захвата.

Для запуска процесса вакуумного захвата с помощью манипулятора убедитесь, что в зоне действия манипулятора нет посторонних предметов, и нажмите на кнопку «Запуск на манипуляторе». Выполнение скрипта отобразится на форме управления процессом вакуумного захвата в области кнопок (Рисунок 36). Дождитесь завершения выполнения скрипта.



Рисунок 36 – Форме управления процессом вакуумного захвата

Для остановки выполнения скрипта нажмите кнопку «Остановить». В этом случае процесс захвата необходимо будет запускать заново.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

2.1.2.1.10 Инструмент «Blockly»

Для отображения инструмента «Blockly» нажмите кнопку «Blockly» в главном меню приложения «М Edu». Отобразится форма редактора Blockly (Рисунок 37), которая предназначена для выстраивания алгоритма действий манипулятора с помощью шаблонных элементов (блоков) и содержит:

- область шаблонных элементов (блоков);
- область отображения алгоритма.

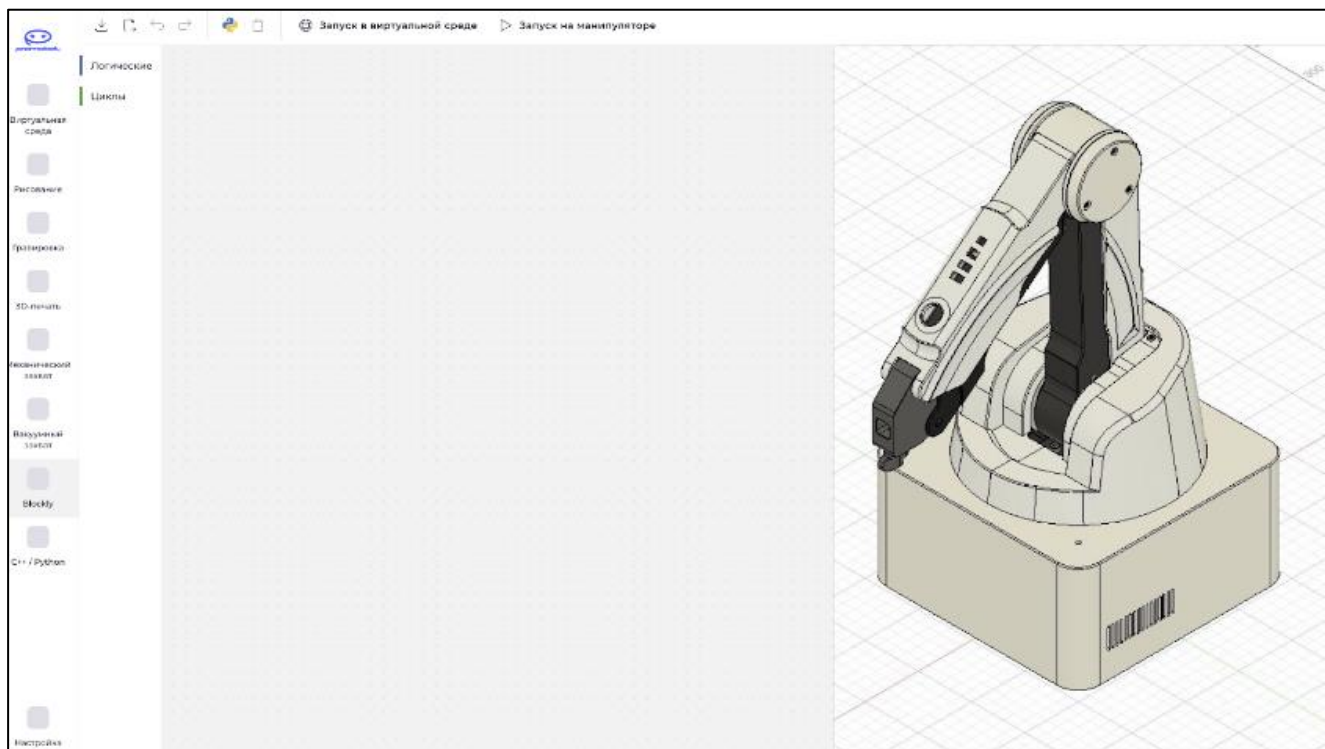


Рисунок 37 – Форма редактора Blockly

Для создания своего алгоритма работы манипулятора выполните следующие действия:

- выберите нужные блоки из списка шаблонных элементов (Рисунок 38);

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подпись и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

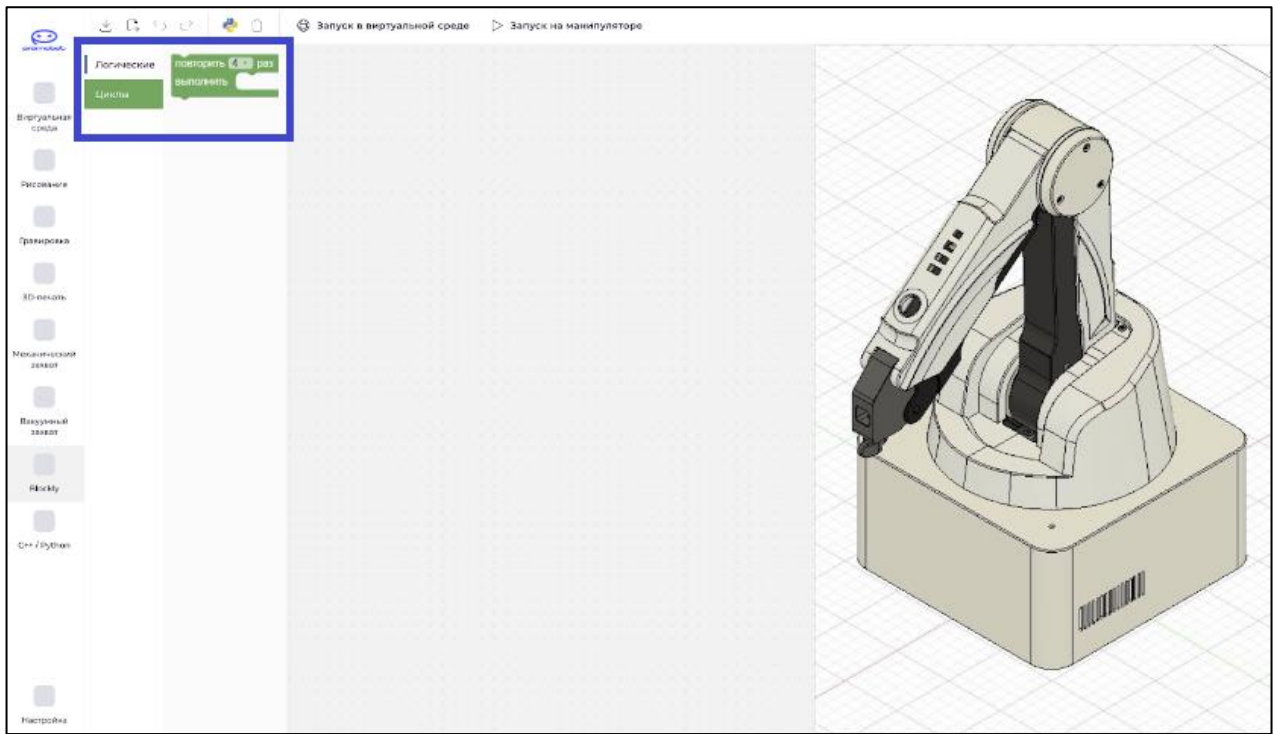


Рисунок 38 – Форма редактора Blockly

- перенесите их в область отображения алгоритма;
- разместите блоки в нужном порядке;
- соедините блоки между собой в соответствии с последовательностью действий, которые необходимо будет выполнить манипулятору (Рисунок 39).

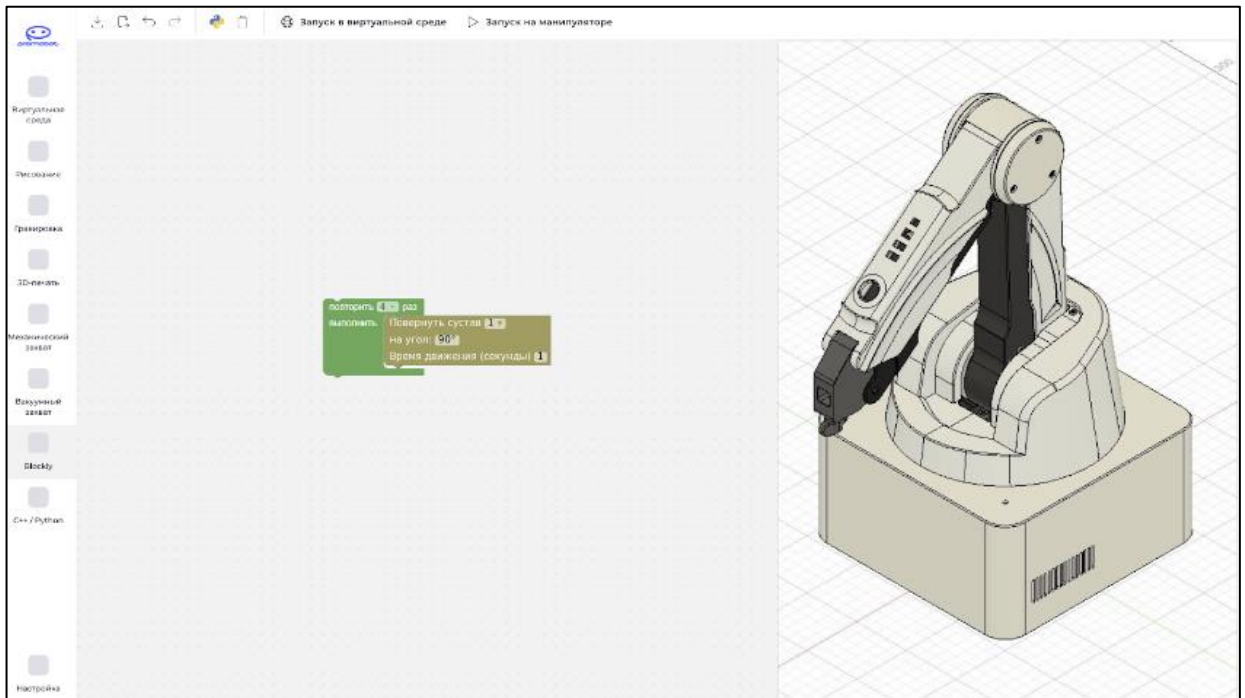


Рисунок 39 – Форма редактора Blockly

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Доступны следующие логические блоки:

- Цикл с предусловием – блок предназначен для создания повторяющегося действия с возможностью настройки предусловия;
- Цикл с постусловием – блок предназначен для создания повторяющегося действия с возможностью настройки постусловия;
- Условный оператор;
- Действие «установка позиции» с выбором точки – блок предназначен для настройки позиции из заранее заданных или создает собственную новую позицию. При задании новой позиции пользователю открывается окно с возможностью указания позиции манипулятора путем задания углов поворота подвижных элементов и названия данной позиции.
- Действие «ожидание» с заданием времени ожидания – блок предназначен для настройки времени ожидания на определенном этапе.

После завершения создания алгоритма вы можете преобразовать его в программный код на C++\Python (Рисунок 40).

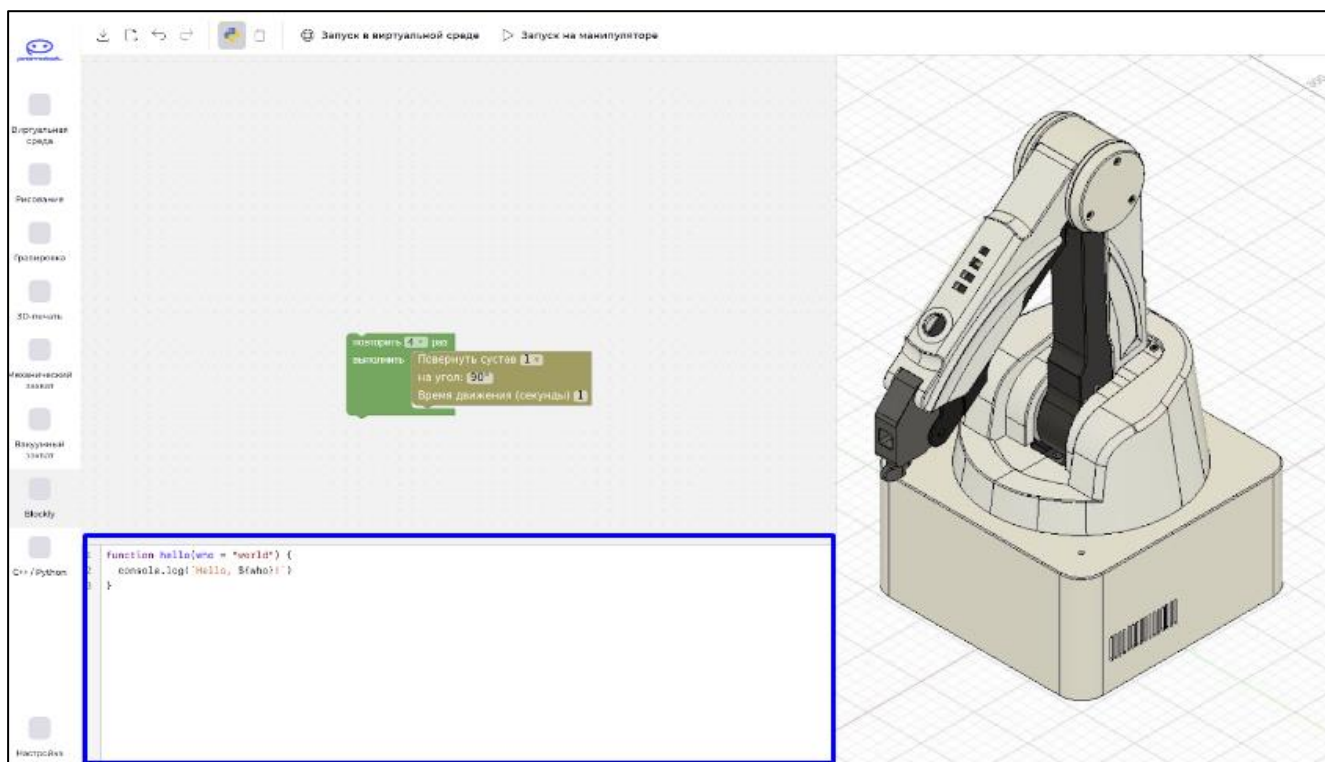


Рисунок 40 – Форма редактора Blockly

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

После завершения создания алгоритма вы можете запустить выполнение скрипта как в виртуальной среде (кнопка «Запуск в виртуальной среде»), так и с помощью манипулятора (кнопка «Запустить на манипуляторе»).

Перед запуском алгоритма на манипуляторе убедитесь, что в зоне действия манипулятора нет посторонних предметов.

Для остановки выполнения скрипта нажмите кнопку стоп или пауза (Рисунок 41). В случае нажатия кнопки стоп, процесс захвата необходимо будет запускать заново.



Рисунок 41 – Форма редактора Blockly

2.1.2.1.11 Инструмент «Программирование C++ / Python»

Для отображения инструмента «Программирование C++ / Python» нажмите кнопку «Программирование C++ / Python» в главном меню приложения «M Edu». Отобразится форма редактора кода (Рисунок 42).

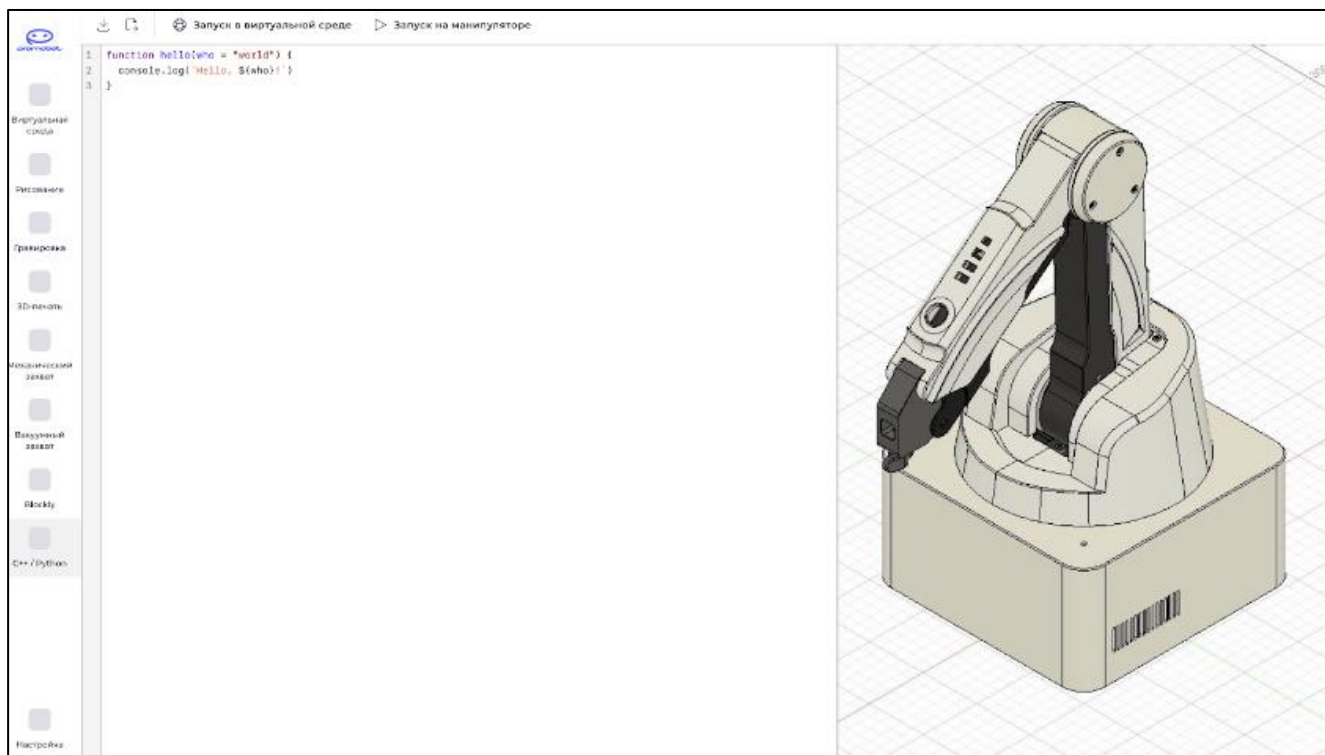


Рисунок 42 – Форма редактора кода

Инь. № подл.	Взам. инв. №	Инь. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

После завершения создания алгоритма вы можете запустить выполнение скрипта как в виртуальной среде (кнопка «Запуск в виртуальной среде»), так и с помощью манипулятора (кнопка «Запустить на манипуляторе»).

Перед запуском алгоритма на манипуляторе убедитесь, что в зоне действия манипулятора нет посторонних предметов.

Для остановки выполнения скрипта нажмите кнопку стоп или пауза (Рисунок 43). В случае нажатия кнопки стоп, процесс захвата необходимо будет запускать заново.



Рисунок 43 – Форма редактора кода

2.1.2.2 Меры безопасности при использовании

2.1.2.2.1 Общие меры безопасности

К работе с M Edu допускаются только лица, изучившие эксплуатационную документацию на M Edu, прошедшие инструктаж по технике безопасности с обязательной соответствующей отметкой в журнале инструктажа по технике безопасности.

Работающие с M Edu обязаны:

- выполнять требования эксплуатационной документации, правил электро- и пожарной безопасности;
- не допускать, чтобы сетевые и интерфейсные кабели были скручены или передавлены, а также располагать их там, где их могут легко повредить;
- контролировать все процессы во время работы;
- после завершения процессов немедленно выключить оборудование;
- избегать попадание рук и других частей тела в рабочую зону M Edu во включенном состоянии;
- при появлении посторонних шумов прекратить работу и обесточить оборудование;
- соблюдать в чистоте рабочую поверхность M Edu от загрязнений и посторонних предметов;

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

- при появлении неисправности сообщить об этом в сервисную службу компании-изготовителя.

Запрещается:

- производить действия, противоречащие эксплуатационной документации на M Edu;
- оставлять работающее M Edu без присмотра;
- позволять лицам младше 18 лет использовать M Edu в одиночку;
- работать во взрывоопасной среде, рядом с легковоспламеняющимися предметами;
- подключать дополнительное оборудование без выключения манипулятора;
- перемещать манипулятор во включенном состоянии;
- открывать и разбирать корпус манипулятора и сменных модулей;
- модифицировать (изменять или удалять элементы конструкции) манипулятор;
- производить ремонт M Edu самостоятельно;
- использовать M Edu не по назначению.

2.1.2.2.2 Меры безопасности при работе с модулем 3D-печати

При работе с модулем 3D-печати не допускается расположение рабочего места в помещениях без наличия естественной или искусственной вентиляции.

Запрещается трогать нагретый экструдер и столик для печати.

Запрещается располагать предметы в рабочей зоне модуля 3D-печати.

Меры безопасности при работе с модулем лазерной гравировки.

При работе с модулем лазерной гравировки допускается работать только в защитных очках.

Запрещается:

- смотреть на луч лазера;
- использовать модуль лазерной гравировки с материалами, выделяющие едкие вещества, а также отражающими металлами;
- направлять модуль лазерной гравировки на живых существ даже в случае, если он обесточен.

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	Инь. № дубл.
Инь. № подл.	Подпись и дата

2.1.2.2.3 Меры безопасности при работе с модулем захвата вакуумного и механического

Запрещается:

- поднимать груз, масса которого превышает значение грузоподъемности, указанного в технических характеристиках;
- выключать M Edu, если груз находится в подвешенном положении;
- приступать к работе, если есть механические повреждения у присоски или механического зажима;
- поднимать мокрый или влажный груз;
- поднимать острые предметы.

2.1.2.3 Действия в экстремальных условиях

M Edu предназначена для длительной работы под управлением пользователя. Устройство оповещает пользователя о потенциальных проблемах, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации, в основном окне ПО и индикацией на самой M Edu. Для диагностики неисправностей используйте приведенную ниже таблицу.

Таблица 3 – Возможные неисправности и их устранение

Проблема	Возможная причина	Устранение
ПО не открывается	Возможны проблемы с сетью или ее настройками	Перезапустите приложение, при повторении ошибки обратитесь к системному администратору для проверки настроек сети
M Edu не осуществляет действий при отправке команды запуска	Возможны проблемы с подключением M Edu	Перезапустите M Edu, закройте приложение, перезапустите компьютер и откройте приложение заново. Обратитесь в службу поддержки
Непредвиденная ошибка		Перезапустите приложение.

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Проблема	Возможная причина	Устранение
		Обратитесь в службу поддержки
Появление индикации ошибки на M Edu	Аппаратная неисправность	Обратитесь в службу поддержки

Инв. № подл.	Подпись и дата
Инв. № дубл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Лист

54

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ M. EDU И ЕЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

3.1 Общие указания

Техническое обслуживание M Edu должно проводиться регулярно для обеспечения его надежной работы и продления срока службы. Рекомендуется проводить техническое обслуживание не реже одного раза в месяц, а также после каждого интенсивного использования.

Основные задачи технического обслуживания:

- проверка работоспособности всех компонентов;
- очистка от пыли и загрязнений;
- обновление программного обеспечения.

3.2 Меры безопасности

Техническое обслуживание требуется проводить в хорошо проветриваемом помещении.

Перед началом обслуживания отключите M Edu от источника питания.

3.3 Порядок технического обслуживания изделия

Проверьте состояние корпуса M Edu на наличие трещин и повреждений.

Убедитесь, что все соединения надежны, а кабели не имеют изломов или оголенных участков.

Используйте мягкую ткань для протирки корпуса M Edu и сменных модулей.

Удалите пыль и грязь из щелей и труднодоступных мест манипулятора и сменных модулей с помощью сжатого воздуха.

Для очистки стола модуля 3D-печати используйте сначала салфетку, смоченную водой, а далее спиртовую салфетку.

При обнаружении изношенных или поврежденных деталей обратитесь к производителю.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Лист

55

5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Транспортировку М Edu необходимо производить в оригинальной упаковке.

М Edu в упаковке изготовителя можно транспортировать всеми видами крытого транспорта. Рекомендуется осуществлять перевозки при температуре воздуха от +10 до +35°C и относительной влажности до 70%.

В случае транспортировки М Edu в условиях отрицательных температур после окончания транспортировки нужно обязательно оставить М Edu прогреться до температуры не ниже +10°C (оставить в теплом помещении на 2–3 часа, прежде чем включать).

Манипулятор, сменные модули и иные комплектующие М Edu должны быть расположены внутри коробки на отведенных местах. Не допускается располагать коробку вертикально.

Перед транспортировкой убедитесь, что внутри кофра отсутствуют посторонние предметы.

При транспортировке должны быть исключены любые возможные удары и перемещения упаковки с М Edu внутри транспортного средства.

Упаковка с М Edu является хрупким грузом. Обеспечивайте соответствующие условия перевозки и хранения на всё время транспортировки.

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата
Инд. № подл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Лист

58

