

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

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО «ПРОМОБОТ»

М.П. Чугунов

« 26 » августа 2024 г.



**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА
ПРОМОВОТ M EDU**

(M Edu)

Руководство по эксплуатации

EDUM01.00.00.00.00.000PЭ

Листов 81

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

Содержание

1	ОПИСАНИЕ И РАБОТА	4
1.1	Описание и работа M Edu в целом	4
1.1.1	Назначение.....	4
1.1.2	Технические характеристики.....	4
1.1.3	Состав	8
1.1.4	Устройство и работа	11
1.1.5	Маркировка.....	15
1.1.6	Упаковка.....	16
1.2	Описание и работа составных частей M Edu	16
1.2.1	Манипулятор	16
1.2.2	Пульт управления.....	19
1.2.3	Блок питания.....	20
1.2.4	Внешний блок коммутации инструмента.....	21
1.2.5	Модуль 3D-печати.....	22
1.2.6	Модуль лазерной гравировки ¹	23
1.2.7	Модуль захвата пилющих инструментов	25
1.2.8	Модуль захвата вакуумного	26
1.2.9	Модуль захвата механического	28
2	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	31
2.1	Эксплуатационные ограничения	31
2.2	Подготовка M Edu к использованию.....	32
2.2.1	Запуск манипулятора	32
2.2.2	Запуск программного обеспечения M Edu (Приложение M Edu).....	33
2.3	Использование M Edu. Работа с приложением M Edu	33
2.3.1	Главное меню приложения M Edu	33
2.3.2	Меры безопасности при использовании	72
2.3.3	Действия в экстремальных условиях	74
3	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ M EDU И ЕЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ..	76
3.1	Общие указания.....	76
3.2	Меры безопасности	76
3.3	Порядок технического обслуживания изделия	76
4	ХРАНЕНИЕ	78
5	ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	79
6	УТИЛИЗАЦИЯ	80

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

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Яворский	<i>Д. Яворский</i>	28.11.24
Пров.		Широких	<i>С. Широких</i>	28.11.24
Н. контр.				
Утв.		Семенова	<i>О. Семенова</i>	28.11.24

M EDU

Лит.	Лист	Листов
0	2	81

Руководство по эксплуатации

ООО «ПРОМОБОТ»

№	Параметр	Единица измерения	Значение
7	Типы проводных интерфейсов манипулятора	-	Ethernet, HDMI, USB, UART, RS-485, SPI, I2C, TTL, 1-Wire
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	64
16	Объем оперативной памяти вычислительного модуля манипулятора	Гб	4
17	Количество сменных модулей инструмента в комплекте поставки	шт.	4 ¹

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

5

№	Параметр	Единица измерения	Значение
18	Максимальный диаметр пищущего инструмента для модуля захвата пищущих инструментов	мм	10
19	Максимальный размер изображения для рисования	мм	90x135
20	Тип расходных материалов для модуля 3D-печати	-	PLA-филамент
21	Диаметр PLA-филамента для модуля 3D-печати	мм	1,75
22	Температура печатающей головки модуля 3D-печати, не более	°C	220
23	Длина тефлоновой трубки модуля 3D-печати	м	1
24	Максимальный размер объектов для 3D-печати	мм	50x50x50
25	Диаметр присоски модуля захвата вакуумного	мм	23
26	Мощность насоса модуля захвата вакуумного, не более	Вт	6
27	Минимальный раствор когтей модуля захвата механического	мм	0
28	Максимальный раствор когтей модуля захвата механического	мм	80
29	Углы поворота узла поворота башни (относительно положения по умолчанию)	градус	±168

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

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

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

№	Параметр	Единица измерения	Значение
30	Углы поворота узла поворота нижнего плеча (относительно вертикальной оси манипулятора)	градус	2...-88
31	Углы поворота узла поворота верхнего плеча (относительно нижнего плеча)	градус	55...144
32	Углы поворота узла поворота инструмента (относительно положения по умолчанию)	градус	±88
33	Входное напряжение блока питания	В	230
34	Частота входного напряжения блока питания	Гц	50
35	Выходное напряжение блока питания	В	12
36	Потребляемая мощность M Edu, не более	Вт	180
37	Ток выхода манипулятор (разъем 12V OUT), не более	А	4
38	Степень защиты корпуса	-	IP20
39	Диапазон рабочих температур	°С	+5...+40
40	Допустимая относительная влажность воздуха, не более	%	70
41	Масса манипулятора, (±15%)	кг	6
42	Масса M Edu в упаковке, (±15%)	кг	10
43	Габаритные размеры манипулятора, ДхШхВ, не более	мм	288x200x371

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
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.
5	Печатающая головка	Головка для печати PLA-филаментом; входит в комплект модуля 3D-печати	1 шт.
6	Экструдер	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 ¹	Модуль лазерный красный 650 нм 250 мВт с фокусировкой	1 шт.
12	Очки защитные ¹	Защитные очки от фиолетового, синего и красного лазерного излучения длиной волны 405-450 нм и 635-660 нм	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
13	Внешний блок коммутации инструмента	Блок с вакуумным насосом для модуля захвата вакуумного и безопасной коммутацией питания модуля лазерной гравировки ¹	1 шт.
14	Ключ коммутации питания модуля лазерной гравировки ¹	Ключ от ключ-выключателя, предназначенного для безопасной коммутации питания модуля лазерной гравировки	2 шт.
15	Модуль захвата пирующих инструментов	Захват для пирующих инструментов диаметром до 10 мм	1 шт.
16	Ручка Promobot	Шариковая ручка; используется совместно с модулем захвата пирующих инструментов	1 шт.
17	Поворотный модуль инструмента	Блок сервопривода для обеспечения вращения инструмента (не используется для модуля 3D-печати, модуля лазерной гравировки и модуля захвата пирующих инструментов)	1 шт.
18	Модуль захвата вакуумного	Модуль с вакуумной присоской	1 шт.
19	Модуль захвата механического	Блок инструмента с двумя акриловыми когтями, приводимыми в движение сервоприводом	1 шт.
20	Шнур сетевого интерфейса ETHERNET	Ответный шнур разъема сетевого интерфейса ETHERNET	1 шт.

¹ – При наличии в комплектации M Edu сменного модуля лазерной гравировки.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

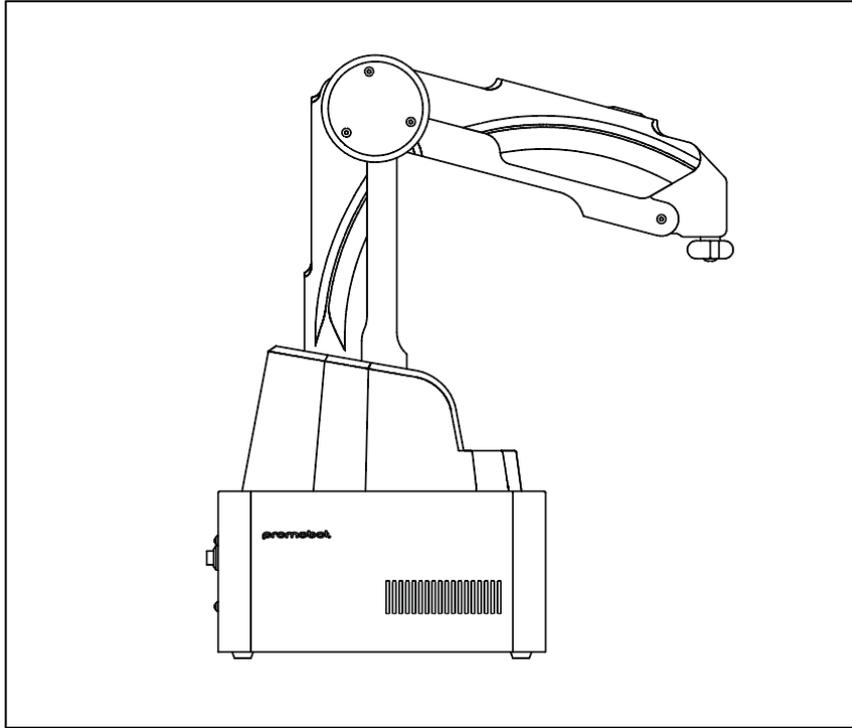
EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

1.1.4 Устройство и работа

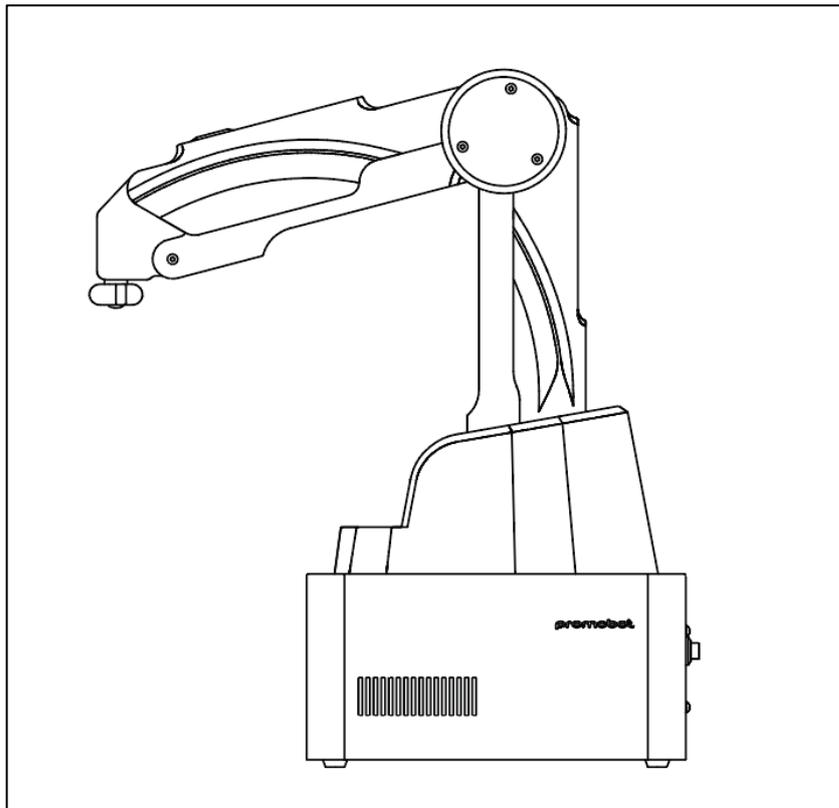
В основе M Edu лежит настольный 4-х осевой манипулятор (Рисунок 1), главными компонентами которого являются:

- 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. № дубл.	Подпись и дата	EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ					Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						



а)

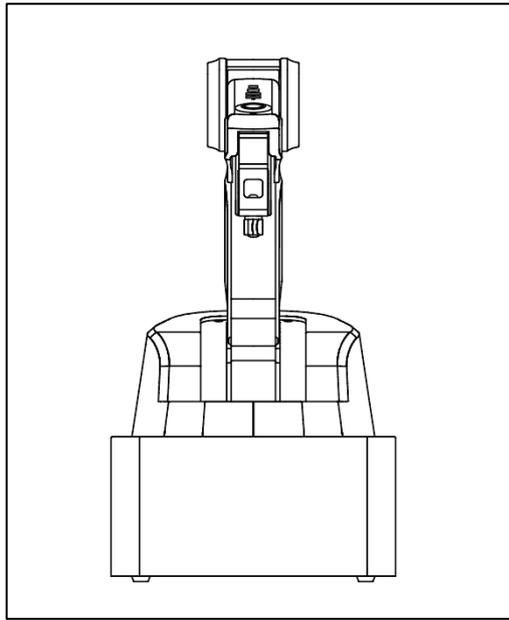


б)

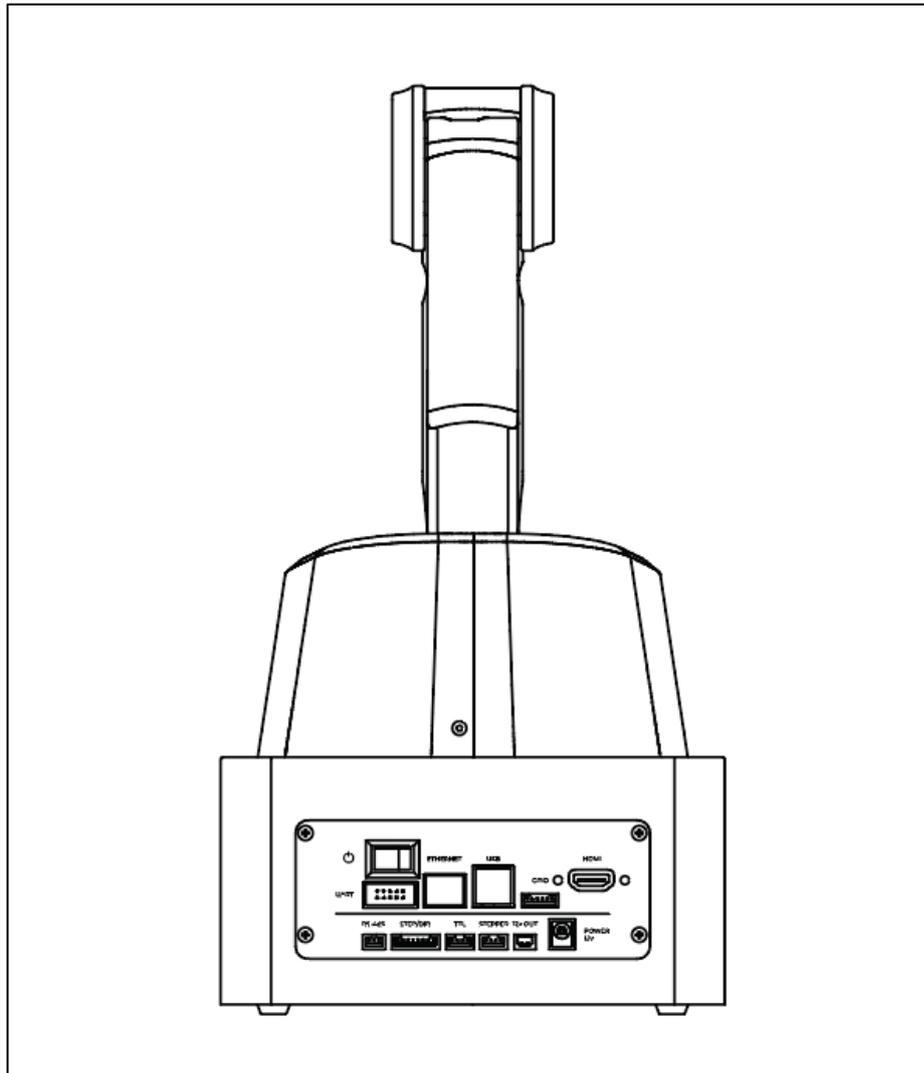
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ



В)

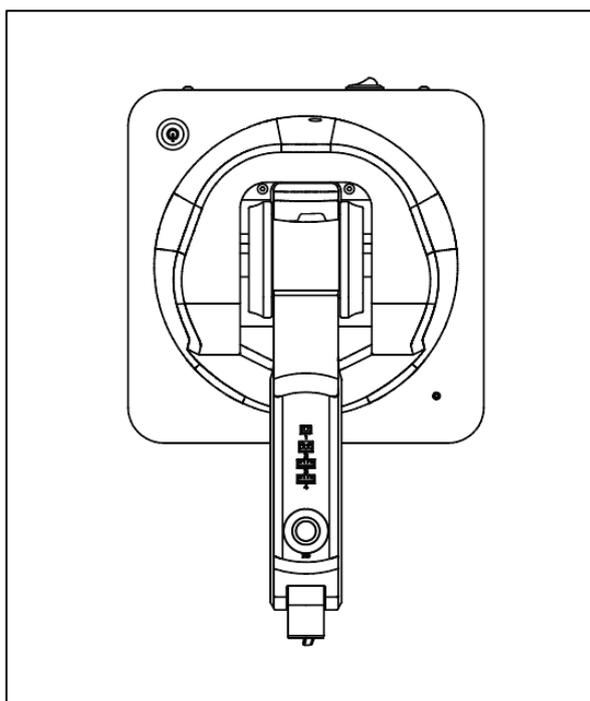


Г)

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	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: панель разъемов основания; д) вид сверху: панель разъемов верхнего плеча

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 пять¹ сменных модулей инструмента: модуль захвата механического и модуль захвата вакуумного для перемещения предметов, модуль 3D-печати PLA-филаментом, модуль захвата пишущих инструментов для нанесения надписей и изображений на плоские поверхности совместимых материалов и модуль лазерной гравировки².

¹ – При отсутствии в комплектации M Edu модуля лазерной гравировки количество сменных модулей инструмента сократится до 4.

² – При наличии в комплектации M Edu сменного модуля лазерной гравировки.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

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

1.1.5 Маркировка

Маркировка изделия выполнена как на упаковке поставляемого M 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 M 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;

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

15

- дату производства;
- информацию об изготовителе;
- документы, в соответствии с которым произведена M Edu;
- 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.

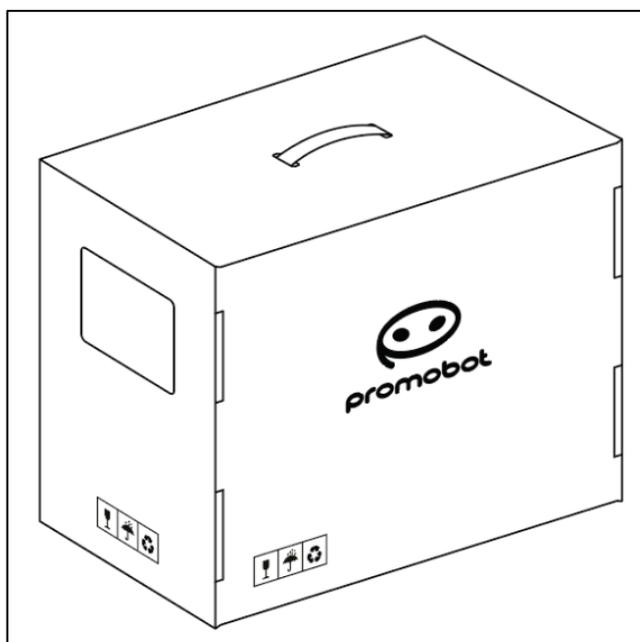


Рисунок 2 – Упаковка

1.2 Описание и работа составных частей M Edu

1.2.1 Манипулятор

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

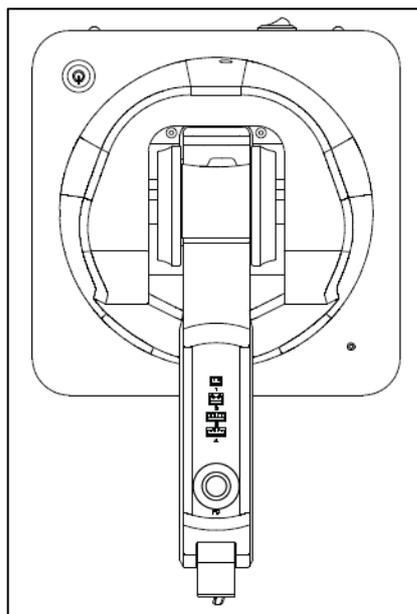


Рисунок 3 – Манипулятор

Подключения осуществляются через разъемы на панели разъемов основания и панели разъемов верхнего плеча (Рисунок 4) соответствующими.

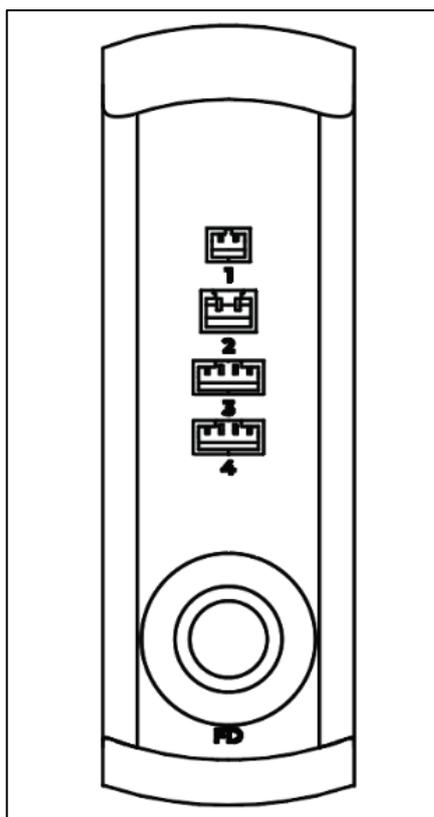


Рисунок 4 – Панель разъемов верхнего плеча

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

Име. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подпись и дата	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. Управление периферийными системами М Edu осуществляется через встроенный микроконтроллер STM32.

Для выполнения всех функций М Edu достаточно подключить к манипулятору монитор (через интерфейс HDMI) и элементы управления (мышь, клавиатура; через интерфейс USB).

Можно использовать внешний персональный компьютер (ПК) для разделения нагрузки между Raspberry Pi 5 (действия манипулятора) и ПК (графический интерфейс). Подключение к ПК осуществляется через сеть Ethernet шнуром сетевого интерфейса ETHERNET из состава изделия.

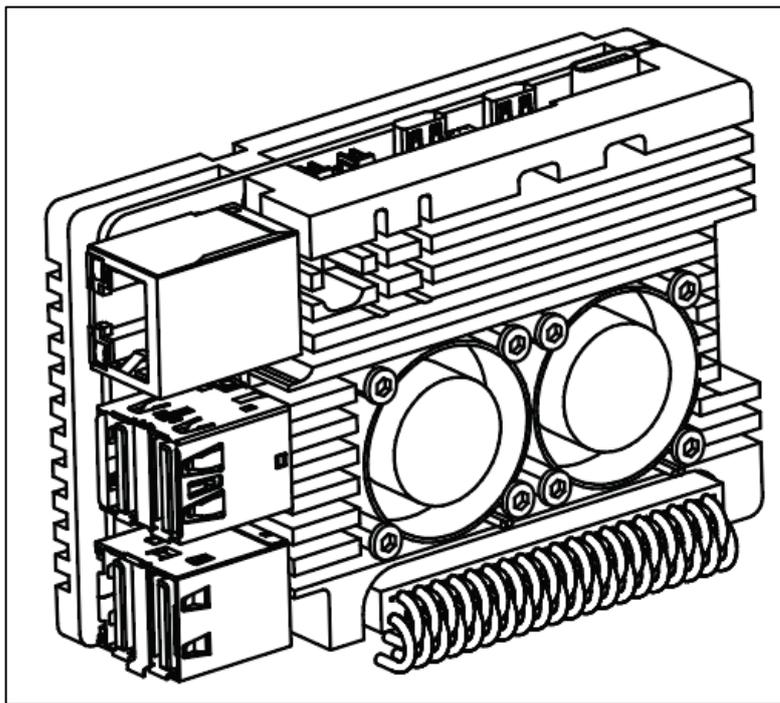


Рисунок 5 – Одноплатный компьютер Raspberry Pi 5

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.

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

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

Четвертый узел поворота располагается в поворотном модуле инструмента, который подключается через разъем 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.

Через поворотный модуль инструмента подключаются захваты механический и вакуумный.

На панели разъемов основания находится тумблер включения питания (Рисунок 6) манипулятора. Положение «0» – питание манипулятора выключено, положение «|» – питание манипулятора включено.

На корпусе основания находится не фиксируемая кнопка включения манипулятора (Рисунок 6). При поданном питании нажатие на кнопку вызывает включение M Edu; при включенном состоянии нажатие на кнопку запускает процесс выключения M Edu.

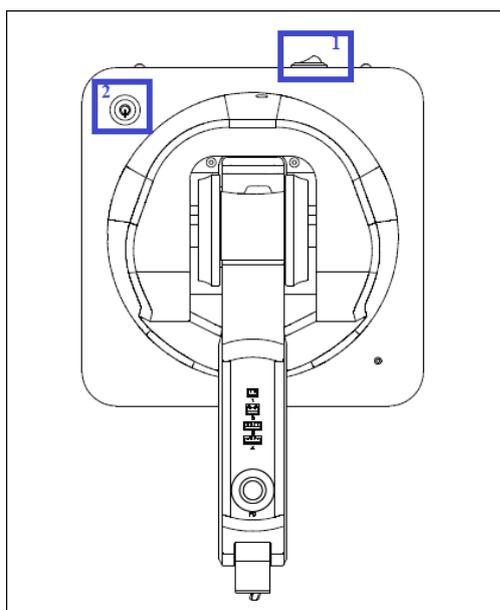


Рисунок 6 – Манипулятор (вид сверху): 1 – тумблер включения питания; 2 – кнопка включения манипулятора

1.2.2 Пульт управления

Пульт управления представляет собой игровой пульт с кнопками и аналоговым стиком, подключаемый по интерфейсу USB через разъем на панели разъемов основания (Рисунок 7).

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

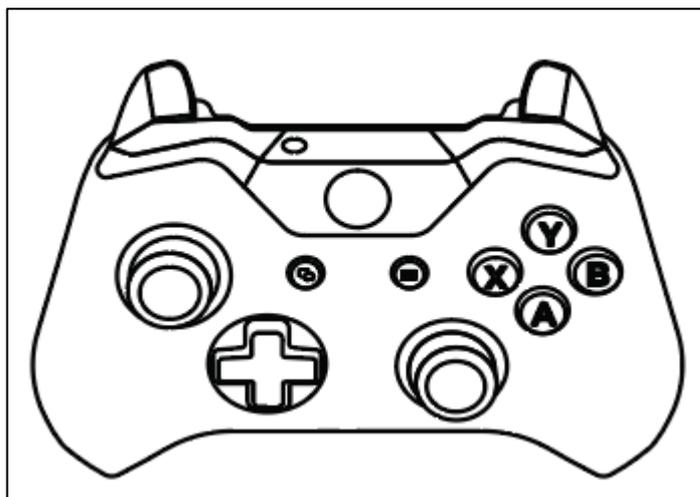


Рисунок 7 – Пульт управления

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.

1.2.3 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 M Edu (Рисунок 8).

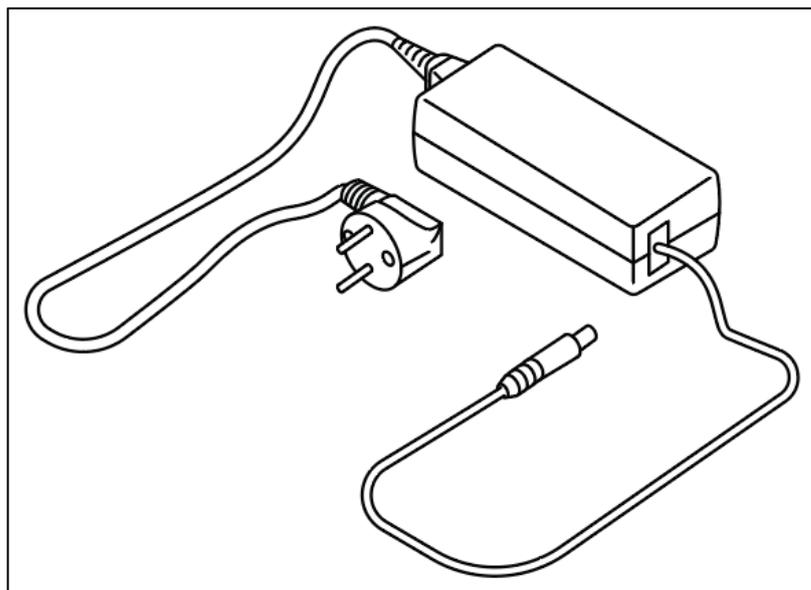


Рисунок 8 – Блок питания

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

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

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

В н и м а н и е!

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

1.2.4 Внешний блок коммутации инструмента

Внешний блок коммутации инструмента (Рисунок 9) предназначен для:

- безопасной коммутации питания модуля лазерной гравировки¹;
- работы модуля захвата вакуумного.

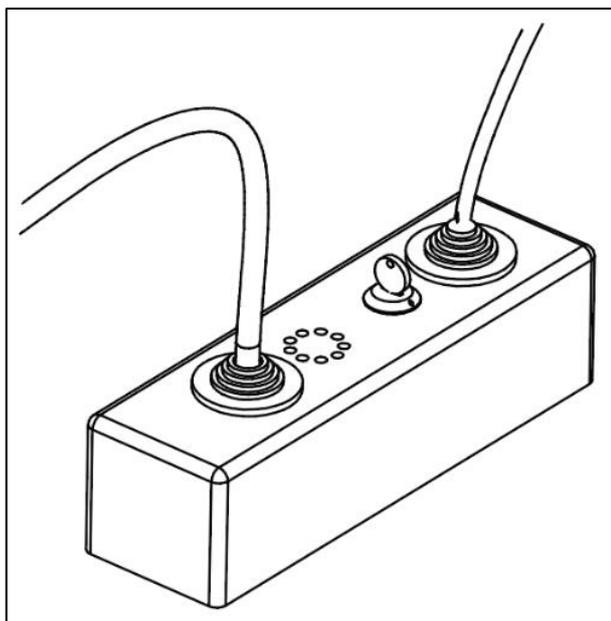


Рисунок 9 – Внешний блок коммутации инструмента

Блок содержит вакуумный насос и ключ-выключатель.

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

При использовании совместно с модулем лазерной гравировки¹ требуется подключить блок коммутации инструмента к разъему логического интерфейса TTL на панели разъемов основания.

¹ — При наличии в комплектации M Edu сменного модуля лазерной гравировки.

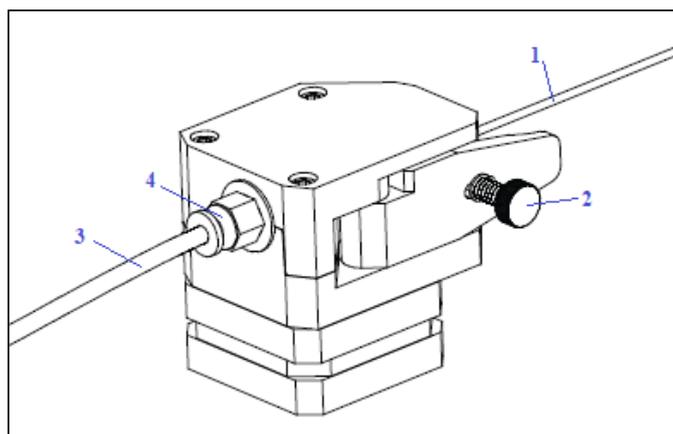
Име. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

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

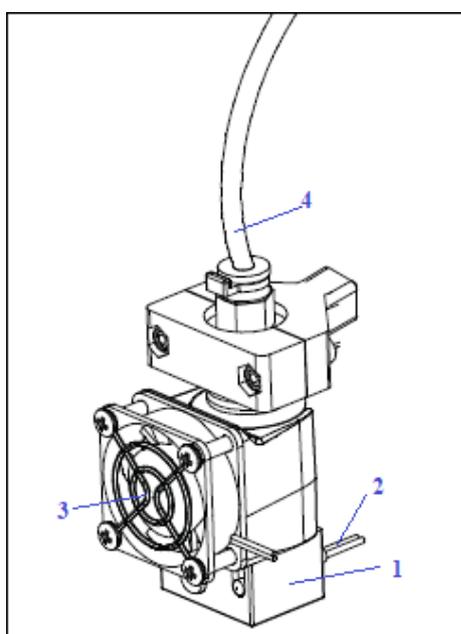
1.2.5 Модуль 3D-печати

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

В состав модуля входят экструдер (блок подачи PLA-филамента) и печатающая головка (Рисунок 10), тефлоновая трубка для подачи PLA-филамента, катушка PLA-филамента с держателем и защитное стекло. Для осуществления тестовой печати в комплект также входят 10 метров PLA-филамента.



а)



б)

Рисунок 10 – Модуль 3D-печати: а) экструдер, где 1 – нить PLA-филамента; 2 – прижимной винт; 3 – тефлоновая трубка; 4 – фитинговый держатель; б) печатающая головка, где 1 – нагревательный элемент; 2 – датчик температуры; 3 – вентилятор; 4 – тефлоновая трубка

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

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

Модуль 3D-печати подключается к манипулятору: печатающая головка устанавливается фиксатором инструмента в гнездо фиксатора блока инструмента и закрепляется прижимным винтом блока инструмента, нагревательный элемент печатающей головки подключается к разъему выходного напряжения 12V OUT, датчик температуры и вентилятор печатающей головки подключается соответственно к разъемам 1 и 2 на панели разъемов верхнего плеча (Рисунок 4), экструдер подключается к разъему шагового двигателя STEPPER (на панели разъемов основания).

Перед первым использованием нить PLA-филамента необходимо заправить в экструдер, для этого: присоединить короткую часть тефлоновой трубки к экструдеру со стороны прижимного винта, соединить длинной частью тефлоновой трубки печатающую головку и экструдер с помощью фитинговых держателей, установить катушку PLA-филамента с держателем на стол, заправить нить PLA-филамента в тефлоновую трубку со стороны короткой части, отжимая при этом прижимной винт.

Примечание

Со временем отсоединение тефлоновой трубки может затрудняться в виду образования, на месте крепления, следов от фитинговых держателей

Внимание! Все монтажные работы допускается производить только на обесточенном оборудовании.

Расположение защитного стекла определяется размером 3D-объекта.

Внимание!

- 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.

1.2.6 Модуль лазерной гравировки¹

Модуль лазерной гравировки предназначен для нанесения изображений на материал (дерево или картон) путем кратковременного точечного нагрева поверхности с

¹ — При наличии в комплектации M Edu сменного модуля лазерной гравировки.

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
						23

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 11), защитные очки. Для обеспечения работы модуль подключается через блок коммутации инструмента (Рисунок 9). Для обеспечения безопасной работы питание модуля управляется через ключ-выключатель. Подключение ключ-выключателя описано в разделе 1.1.4.

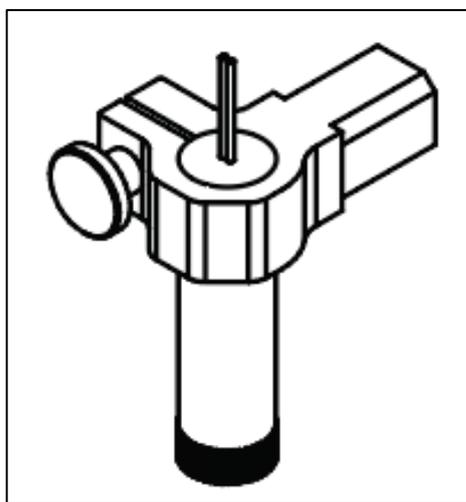


Рисунок 11 – Лазерная головка с фиксатором инструмента

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 при ознакомлении с техникой безопасности в приложении M Edu, выбрав режим «Гравировка».

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

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

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.

1.2.7 Модуль захвата пишущих инструментов

Модуль захвата пишущих инструментов (Рисунок 12) предназначен для нанесения надписей пишущими инструментами диаметром до 10 мм на плоские поверхности, совместимые с конкретным пишущим инструментом.

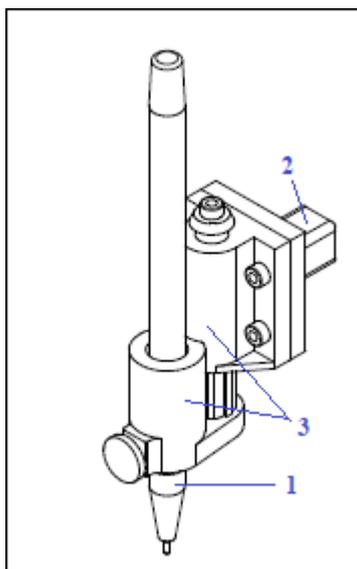


Рисунок 12 – Модуль захвата пишущих инструментов, где 1 – пишущий инструмент; 2 – держатель захвата пишущих инструментов; 3 – захват пишущих инструментов

Перед началом работы модуль захвата пишущих инструментов закрепляется на блоке инструмента – держатель захвата пишущих инструментов устанавливается в гнездо фиксатора блока инструмента и закрепляется прижимным винтом (Рисунок 13).

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

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

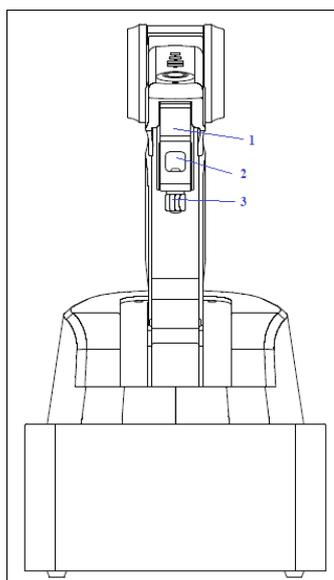


Рисунок 13 – Манипулятор (вид спереди), где 1 – блок инструмента; 2 – гнездо фиксатора блока инструмента; 3 – прижимной винт

Внутри захвата пищущего инструмента находится пружина, которая помогает создать нужное давление на инструмент. Идеальное положение – это когда кончик инструмента слегка касается бумаги (либо другого материала). Если это не так, то движения манипулятора могут быть затруднены. Чтобы добиться нужного давления, необходимо закрепить пищащий инструмент так, чтобы кончик выступал на 4,5 см вниз.

Расположение бумаги (либо другого материала) для нанесения изображения определяется размером изображения. Материал для нанесения изображения необходимо размещать на ровной не скользящей поверхности.

1.2.8 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 14) и вакуумного насоса (расположен в блоке коммутации инструмента (Рисунок 9)).

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

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

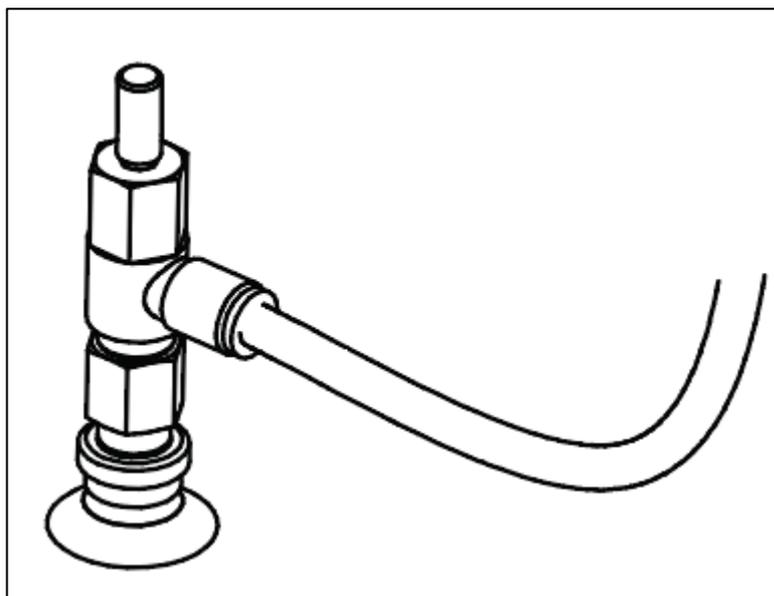


Рисунок 14 – Присоска вакуумного захвата

Установка и подключение модуля захвата вакуумного:

- Установите присоску вакуумного захвата в поворотный модуль инструмента. Для этого необходимо ослабить винты на муфте поворотного модуля так, чтобы хвостовик присоски свободно закручивался, закрутите присоску и затяните винты на муфте (Рисунок 15).
- Присоедините, с помощью фитинговых держателей, полиуретановую трубку для компрессора: один конец к присоске (Рисунок 15), другой к блоку коммутации инструмента (Рисунок 9).

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Примечание

Со временем отсоединение полиуретановой трубки для компрессора может затрудняться в виду образования, на месте крепления, следов от фитинговых держателей

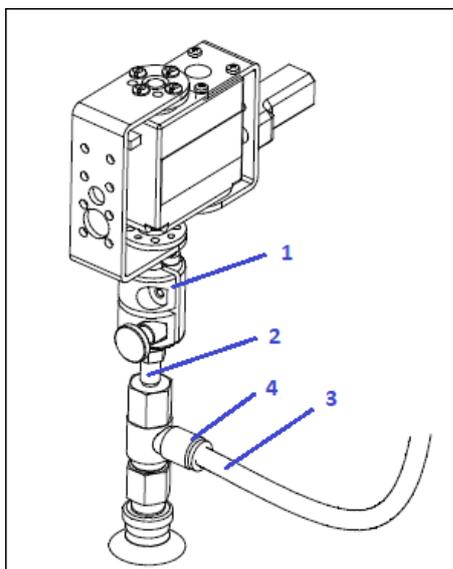


Рисунок 15 – Поворотный модуль инструмента с присоской вакуумного захвата, где 1 – муфта поворотного модуля инструмента; 2 – хвостовик присоски; 3 – полиуретановая трубка для компрессора; 4 – фитинговый держатель

- Поворотный модуль инструмента установите в гнездо фиксатора блока инструмента и закрепите прижимным винтом (Рисунок 13). Провода поворотного модуля подключите к разъему 3 на панели разъемов верхнего плеча (Рисунок 4).
- Подключите блок коммутации инструмента к манипулятору как описано в разделе 1.2.4.

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

1.2.9 Модуль захвата механического

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

Модуль захвата механического состоит из привода механического захвата и двух когтей (Рисунок 16).

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

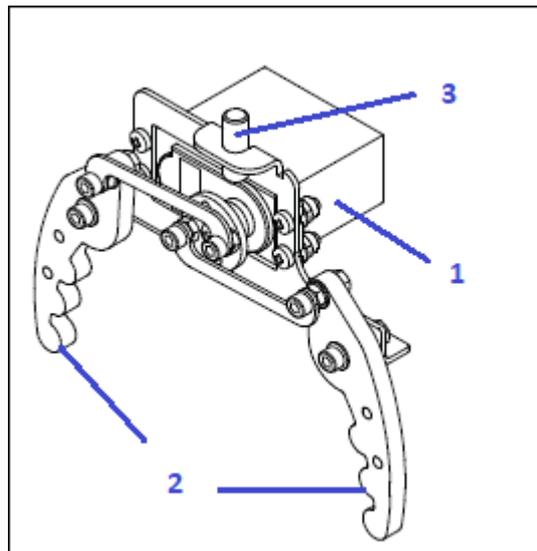


Рисунок 16 – Модуль захвата механического, где 1 – привода механического захвата, 2 – когти, 3 – хвостовик

Установка и подключение модуля захвата механического:

- Установите модуль механического захвата в поворотный модуль инструмента. Для этого необходимо ослабить винты на муфте поворотного модуля так, чтобы хвостовик модуля механического свободно вставлялся, вставьте и затяните винты на муфте (Рисунок 17).

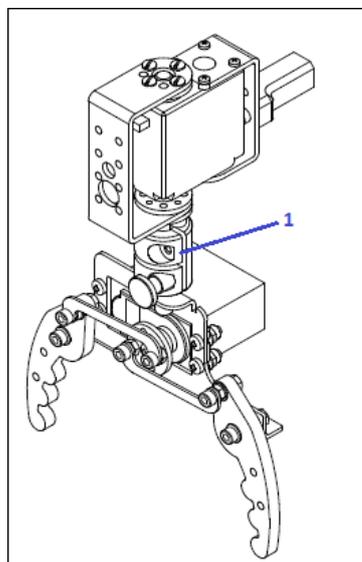


Рисунок 17 – Поворотный модуль инструмента с модулем захвата механического, где 1 – муфта поворотного модуля

- Поворотный модуль инструмента установите в гнездо фиксатора блока инструмента и закрепите прижимным винтом (Рисунок 13). Провода

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

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

поворотного модуля подключите к разъему 3 на панели разъемов верхнего плеча (Рисунок 4).

- Привод модуля захвата механического подключается к разъему 4 на панели разъемов верхнего плеча (Рисунок 4).

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

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата	EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ					Лист
										30
					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 (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 манипулятора M Edu. Минимальное расстояние от стен и других объектов должно составлять не менее 1 метра.

Избегайте эксплуатации 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 манипулятор M Edu к источникам питания с нестабильным напряжением.

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

2.2 Подготовка M Edu к использованию

2.2.1 Запуск манипулятора

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 гравировки¹ 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 экструдер 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. По умолчанию манипулятор примет исходное положение. Исходное положение робота (или нулевое положение) – это стартовая позиция для манипулятора при его включении. При некорректной работе системы манипулятора, он возвращается к стартовой позиции, затем повторяет операцию. Это помогает манипулятору всегда иметь точку отсчета для работы.
9. Дождитесь загрузки ubuntu. Должен загрузиться чистый рабочий стол.

¹ – При наличии в комплектации M Edu сменного модуля лазерной гравировки.

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

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

2.2.2 Запуск программного обеспечения M Edu (Приложение M Edu)

Приложение M Edu представляет собой веб-интерфейс для настройки и управления манипулятором. Для запуска приложения M Edu откройте браузер Google Chrome, в адресной строке введите ip-адрес манипулятора «10.5.0.2». Отобразится веб-интерфейс приложения M Edu.

2.3 Использование M Edu. Работа с приложением M Edu

Приложение M Edu позволяет:

- придумывать и создавать алгоритмы действий манипулятора;
- запускать воспроизведение действий как на самом манипуляторе, так и в виртуальной среде;
- настраивать работу с насадками манипулятора;
- изучать основы программирования на языках C++/Python, а также запускать на манипуляторе прописанный скрипт.

2.3.1 Главное меню приложения M Edu

Главное меню приложения M Edu (Рисунок 18) содержит кнопки перехода к режимам управления манипулятором:

- «Рисование» – режим, предназначен для работы с рисунками и запуска процесса рисования;
- «Гравировка»¹ – режим, предназначен для работы с рисунками и запуска процесса гравировки;
- «3D-печать» – режим, предназначен для управления процессом 3D-печати;
- «Механический захват» – инструмент, предназначенный для запуска механического захвата;
- «Вакуумный захват» – режим, предназначен для запуска вакуумного захвата;
- «Без насадки» – режим предназначен для свободной настройки манипулятора без насадки.

¹ – Раздел доступен при наличии в комплектации M Edu сменного модуля лазерной гравировки.

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

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

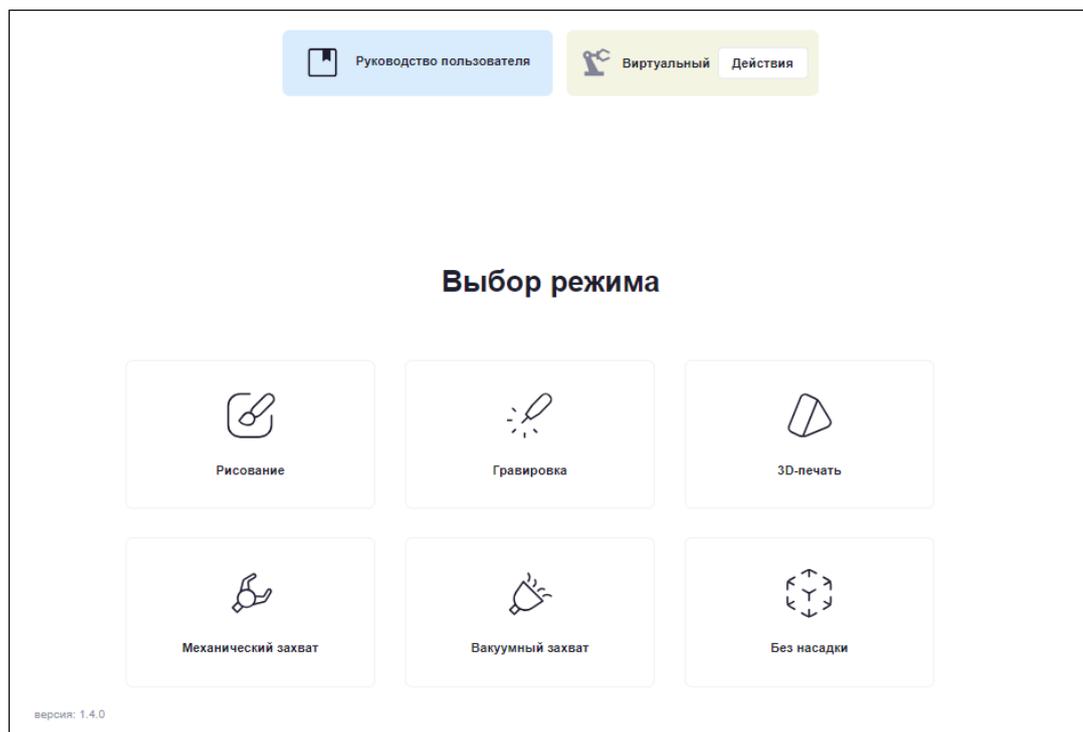


Рисунок 18 – Главное меню приложения M Edu

В верхней части страницы отображается кнопка «Руководство пользователя», статус подключения к манипулятору и кнопка «Действия».

По умолчанию в приложении M Edu доступен режим работы с виртуальным манипулятором. Перед подключением настоящего манипулятора, пользователь может настроить алгоритм действий манипулятора и протестировать его в виртуальной среде. Затем через кнопку «Действия» подключить настоящий манипулятор и повторить настроенный алгоритм.

Примечание

Любой пользователь может зайти на сайт medu.promo-bot.ru, настроить алгоритм действий манипулятора, а затем запустить его воспроизведение в виртуальной среде.

2.3.1.1 Подключение манипулятора в приложении M Edu

Для подключения манипулятора в приложении M Edu используется кнопка «Действие». Выполните следующие действия:

- нажмите кнопку «Действие», отобразится контекстное меню действий манипулятора (Рисунок 19);

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

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

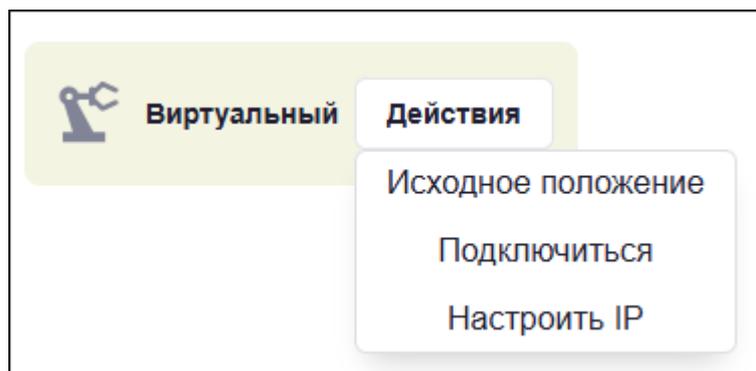


Рисунок 19 – Контекстное меню действий манипулятора

- нажмите кнопку «Подключиться», статус подключения к манипулятору изменится на «Подключен».

Для отключения манипулятора нажмите кнопку «Действия» → «Отключить».

Действие «Исходное положение» возвращает манипулятор в исходное положение при работе в любом режиме.

В случае не успешного подключения, отобразится уведомление «Манипулятор не найден. Проверьте подключение и попробуйте снова» (Рисунок 20). Нажмите кнопку «Повторить» для повторного подключения после проверки либо «Отмена» для закрытия уведомления.

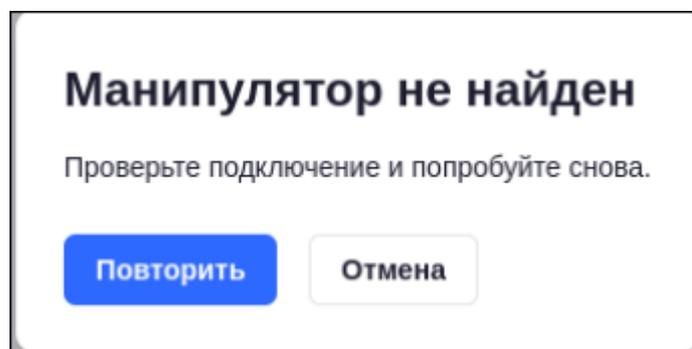


Рисунок 20 – Уведомление

2.3.1.2 Режим «Рисование»

Для управления манипулятором в режиме «Рисование» сначала установите захват пишущих инструментов. Инструкция по установке описана в разделе 1.2.7.

Проверьте, что ваш компьютер подключен к манипулятору.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Для запуска режима «Рисование» нажмите кнопку «Рисование» в главном меню приложения M Edu. Отобразится форма выбора способов настройки манипулятора (Рисунок 21):

- «Свободная настройка» – способ свободной настройки, позволяет познакомиться с основными возможностями работы манипулятора M Edu с захватом пишущих инструментов;
- «Blockly» – способ предназначен для создания логики поведения манипулятора с помощью визуального языка программирования Blockly;
- «Рисование» – способ позволяет выбрать изображение из библиотеки рисунков и запустить процесс его рисования манипулятором;
- «Руководство пользователя» – кнопка перехода к руководству пользователя.

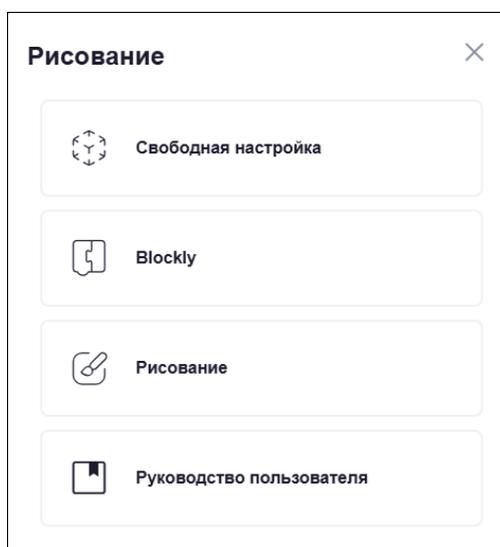


Рисунок 21 – Форма выбора способов настройки манипулятора

Расположение бумаги (либо другого материала) для нанесения изображения определяется размером изображения. Материал для нанесения изображения необходимо размещать на ровной не скользящей поверхности.

2.3.1.2.1 Способ «Свободная настройка»

При выборе способа настройки манипулятора «Свободная настройка» в приложении M Edu отобразится панель управления манипулятором, она состоит из (Рисунок 22):

1. панели выбора способов настройки манипулятора;
2. области управления узлами поворота манипулятора;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

3. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).

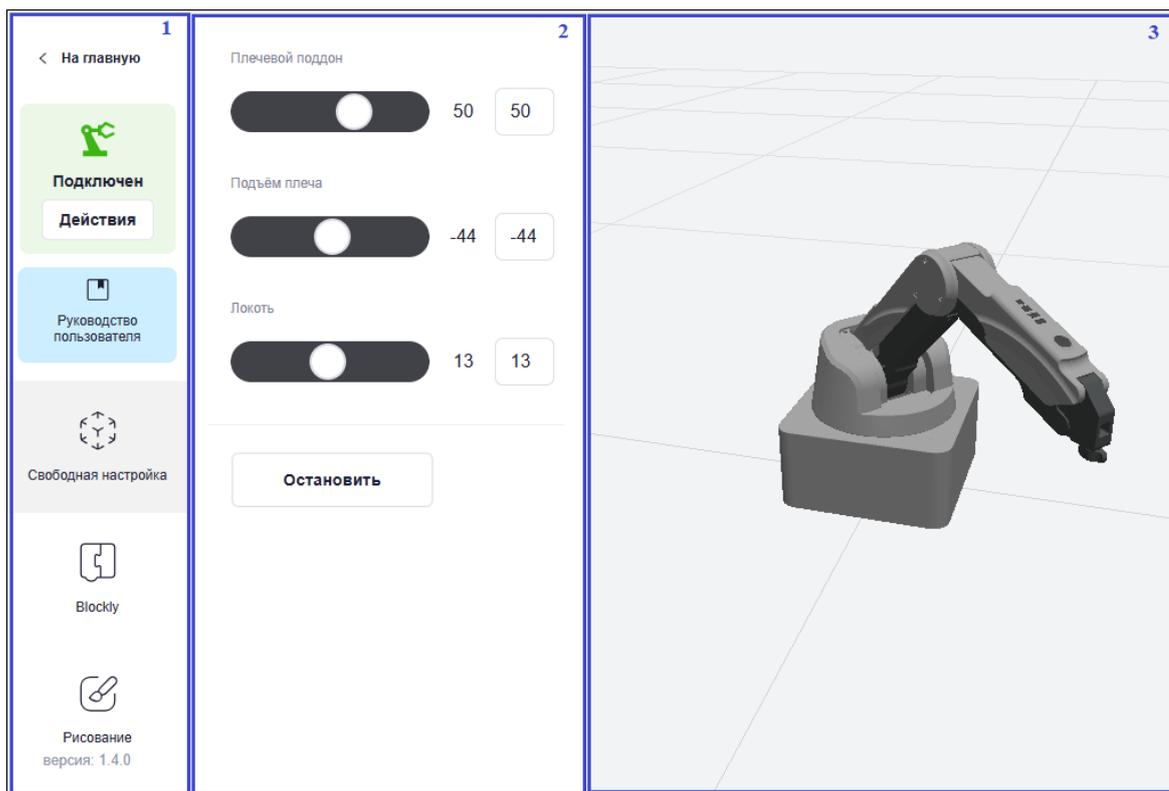


Рисунок 22 – Панель управления манипулятором способом настройки «Свободная настройка»

Панель выбора способов настройки манипулятора позволяет вернуться в главное меню, подключить/отключить манипулятор, открыть руководство пользователя и перейти в другой способ управления манипулятором.

Область управления узлами поворота манипулятора позволяет управлять манипулятором в реальном времени с помощью слайдеров:

- «Плечевой поддон» – изменяет угол поворота узлов манипулятора влево-вправо;
- «Подъем плеча» – изменяет угол поворота узлов поворота манипулятора вперед-назад;
- «Локоть» – изменяет угол поворота узлов манипулятора вверх-вниз.

Значение угла поворота узла можно вводить вручную в специальном поле напротив слайдера, после ввода нажать Enter – манипулятор совершит движение.

Во время движения манипулятор можно остановить с помощью кнопки «Остановить».

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

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

Область воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда) воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде. С помощью курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон.

2.3.1.2.2 Способ «Blockly»

Blockly – это визуальный язык программирования Google Blockly. Создание алгоритма Blockly осуществляется путем соединения блоков.

При выборе способа настройки манипулятора «Blockly» в приложении M Edu отобразится панель управления манипулятором, она состоит из (Рисунок 23):

1. панели выбора способов настройки манипулятора;
2. кнопок быстрого действия;
3. библиотеки блоков;
4. рабочей области;
5. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).

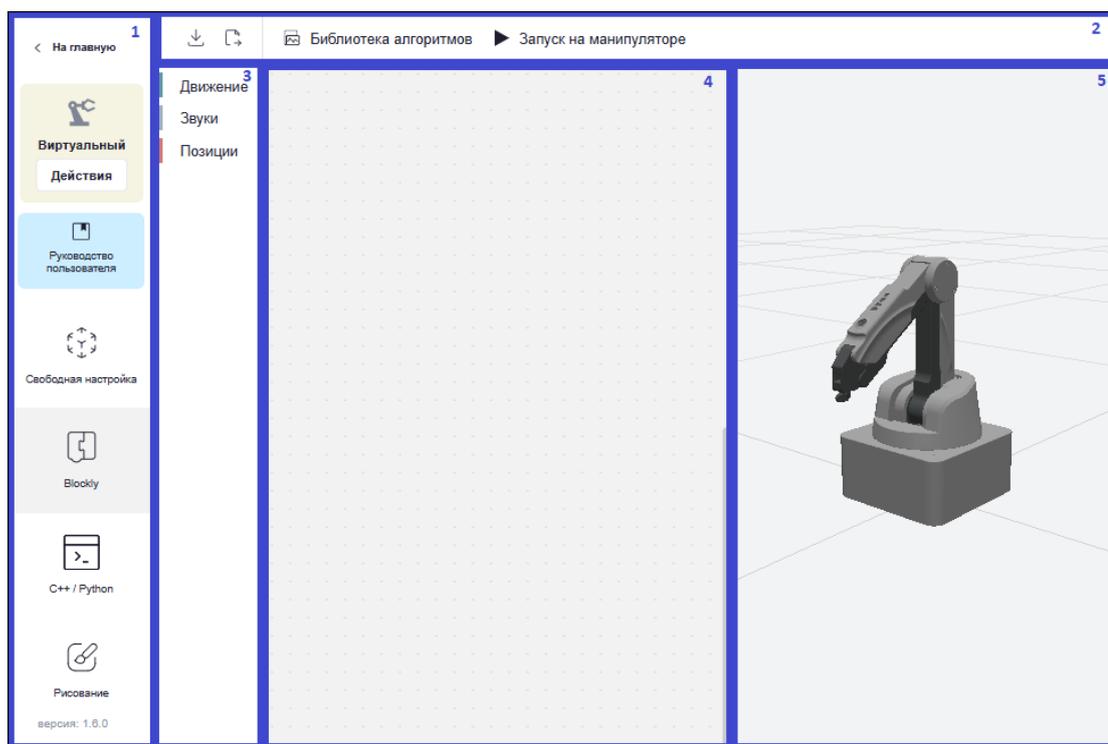


Рисунок 23 – Панель управления манипулятором способом настройки «Blockly»

Панель выбора способов настройки манипулятора позволяет вернуться в главное меню, подключить/отключить манипулятор, открыть руководство пользователя и перейти в другой режим управления манипулятором.

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

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

Кнопки быстрого действия:



– скачать алгоритм программы в текстовом формате

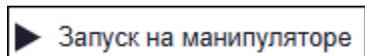


– загрузить алгоритм программы в текстовом формате



Библиотека алгоритмов

– открыть список готовых алгоритмов



Запуск на манипуляторе

– запуск на манипуляторе

Библиотека блоков содержит разделы блок-команд:

- Раздел «Движение» содержит следующие блок-команды:
 - «Переместиться в точку X за t секунд», где X – это выбор позиции, t – это время движения манипулятора;
 - «Подождать t секунд», где t – это время ожидания манипулятора.
- Раздел «Звуки» содержит следующие блоки-команды:
 - «Воспроизвести аудио {sound, start, finish, wait} Фоновое воспроизведение {флаг}», где sound – звук, start – начинать, finish – заканчивать, wat – что, флаг – воспроизвести выбранное аудио с возможностью фонового воспроизведения.
- Раздел «Позиции» содержит кнопку «Добавить позицию», при нажатии на которую открывается форма для создания позиции манипулятора. Форма содержит (Рисунок 24):
 - Поле «Наименование» – это X в блоке-команды «Переместиться в точку X за t секунд» раздела «Движение»;
 - Поле «Продолжительность, сек» – это время движения манипулятора;
 - Переключатель «Life-режим» – движение манипулятора только по кнопке Play.
 - Область «Настроить поворот» – область настройки угла поворота узлов манипулятора с помощью слайдеров. Значение угла поворота узла можно ввести вручную в специальном поле напротив слайдера, после ввода нажать Enter.
 - Кнопка «Сохранить» – сохранить позицию.

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

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

- Кнопка «Остановка» – остановить манипулятор во время настройки поворота.

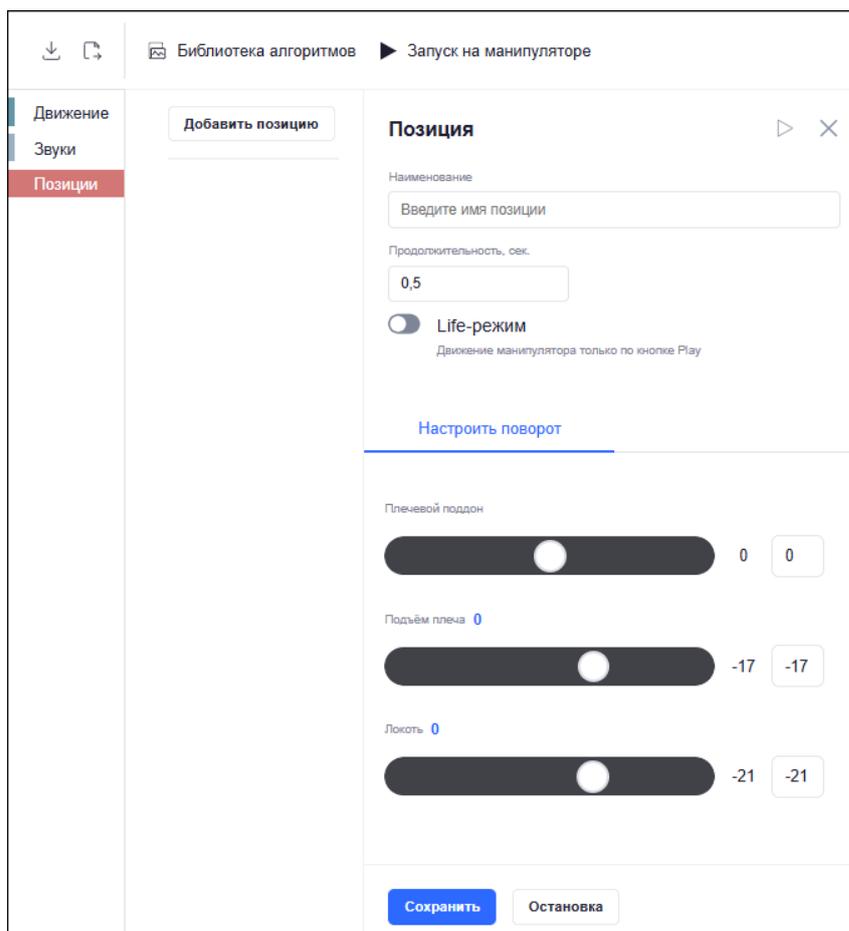


Рисунок 24 – Раздел «Позиции»

Рабочая область предназначена для построения логической структуры алгоритма. Для построения структуры выберите нужную блок-команду из библиотеки блоков и с помощью курсора перетащите его в рабочую область. При нажатии на блок-команду правой кнопкой мыши отображается контекстное меню (Рисунок 25):

- «Дублировать»;
- «Вставки внутри» / «Вставки снаружи»;
- «Свернуть блок» / «Развернуть блок»;
- «Отключить блок» / «Включить блок»;
- «Удалить блок».

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

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

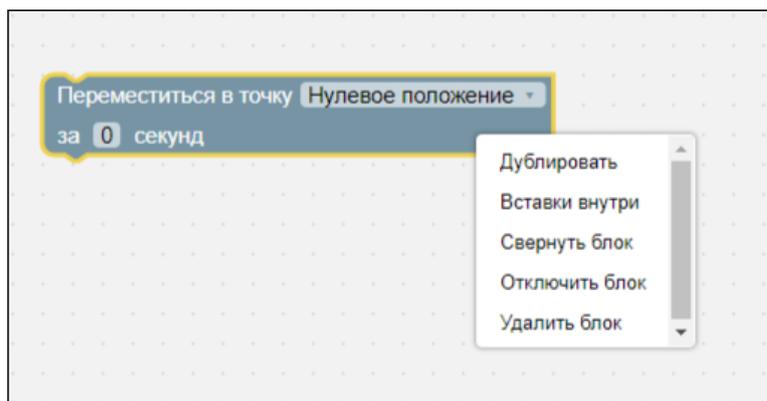


Рисунок 25 – Контекстное меню блок-команды

Процесс построения логической структуры алгоритма выглядит следующим образом:

1. Создайте позиции, то есть точки, между которыми манипулятор будет выполнять перемещение.
2. Добавьте в рабочую область блок-команды из раздела «Движение» – в каждой блок-команде должна быть указана позиция, в которую необходимо переместиться.
3. Добавьте в рабочую область блок-команду «Подождать t секунд».
4. Соедините блок-команды друг с другом в правильном порядке, чтобы движение между точками выполнялось последовательно, а блок-команда «Подождать t секунд» включалась тогда, когда задумано.

После завершения построения алгоритма вы можете запустить его выполнение в виртуальной среде либо на манипуляторе.

Область воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда) воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде. С помощью курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон.

2.3.1.2.3 Способ «Рисование»

При выборе способа настройки манипулятора «Рисование» в приложении M Edu по умолчанию на области рисования отобразится форма выбора изображения – библиотека рисунков (Рисунок 26). Выберите изображение и нажмите кнопку «Выбрать» либо закройте форму, нажав на кнопку «Заккрыть».

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

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

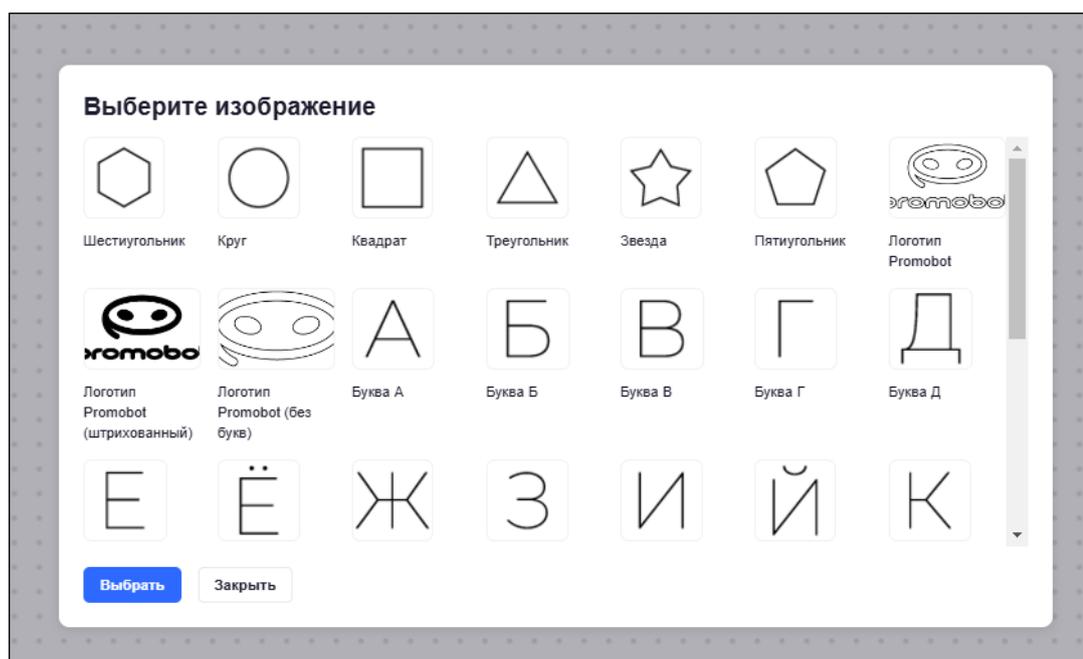


Рисунок 26 – Библиотека рисунков

Выбранное изображение отобразится на области рисования. Для запуска рисования изображения нажмите кнопку .

Для повторного выбора изображения нажмите кнопку .

Во время рисования функция остановки манипулятора временно отсутствует.

2.3.1.3 Режим «Гравировка»¹

Для управления манипулятором в режиме «Гравировка» сначала установите захват лазерной гравировки. Инструкция по установке описана в разделе 1.2.61.2.7.

Проверьте, что ваш компьютер подключен к манипулятору.

Для запуска режима «Гравировка» нажмите кнопку «Гравировка» в главном меню приложения M Edu. Отобразится уведомление «Техника безопасности» (Рисунок 27).

¹ — Работа в режиме возможна при наличии в комплектации M Edu сменного модуля лазерной гравировки.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

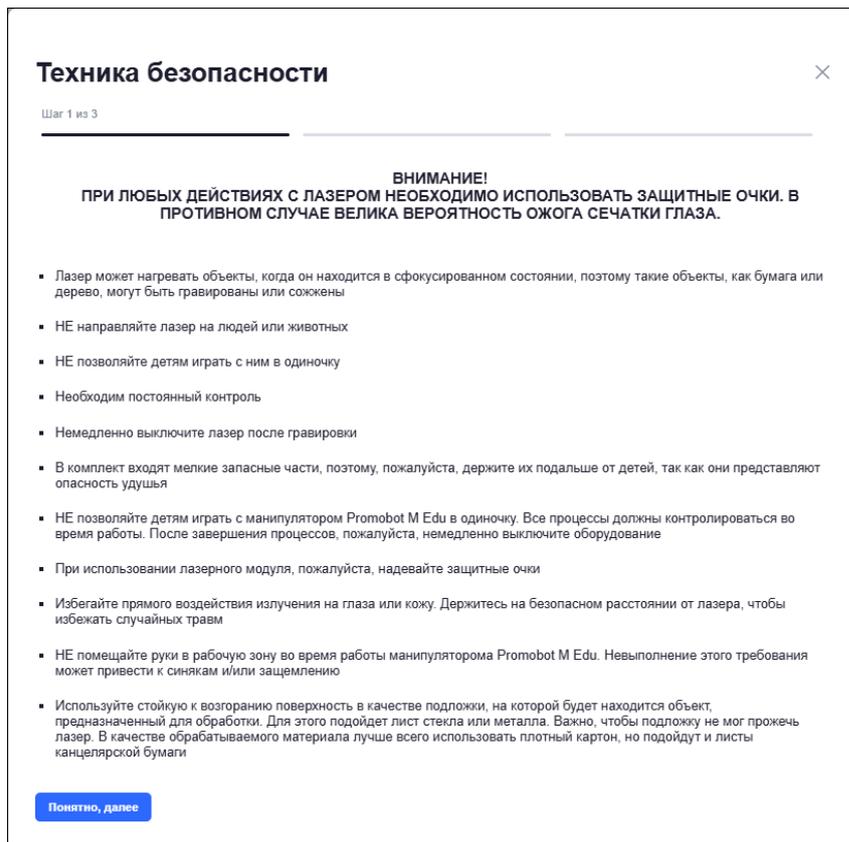


Рисунок 27 – Уведомление «Техника безопасности»

Пройдите по шагам ознакомления и отобразится форма выбора способов настройки манипулятора (Рисунок 28):

- «Свободная настройка» – способ свободной настройки, позволяет познакомиться с основными возможностями работы манипулятора M Edu с модулем лазерной гравировки;
- «Blockly» – способ предназначен для создания логики поведения манипулятора с помощью визуального языка программирования Blockly;
- «C++/Python» – способ позволяет самостоятельно написать код алгоритма поведения манипулятора на языках C++/Python;
- «Гравировка» – способ позволяет выбрать изображение из библиотеки рисунков и запустить процесс его гравировки манипулятором;
- «Руководство пользователя» – кнопка перехода к руководству пользователя.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата	EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ					Лист
										43
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

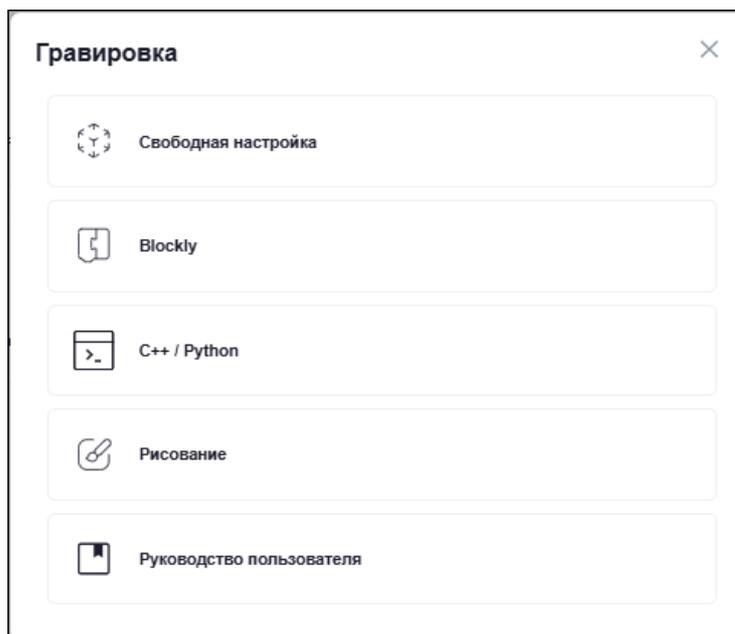


Рисунок 28 – Форма выбора способов настройки манипулятора в режиме «Гравировка»

2.3.1.3.1 Способ «Свободная настройка»

При выборе способа настройки манипулятора «Свободная настройка» в приложении M Edu отобразится панель управления манипулятором, она состоит из (Рисунок 29):

1. панели выбора способов настройки манипулятора;
2. области управления узлами поворота манипулятора;
3. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).

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

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

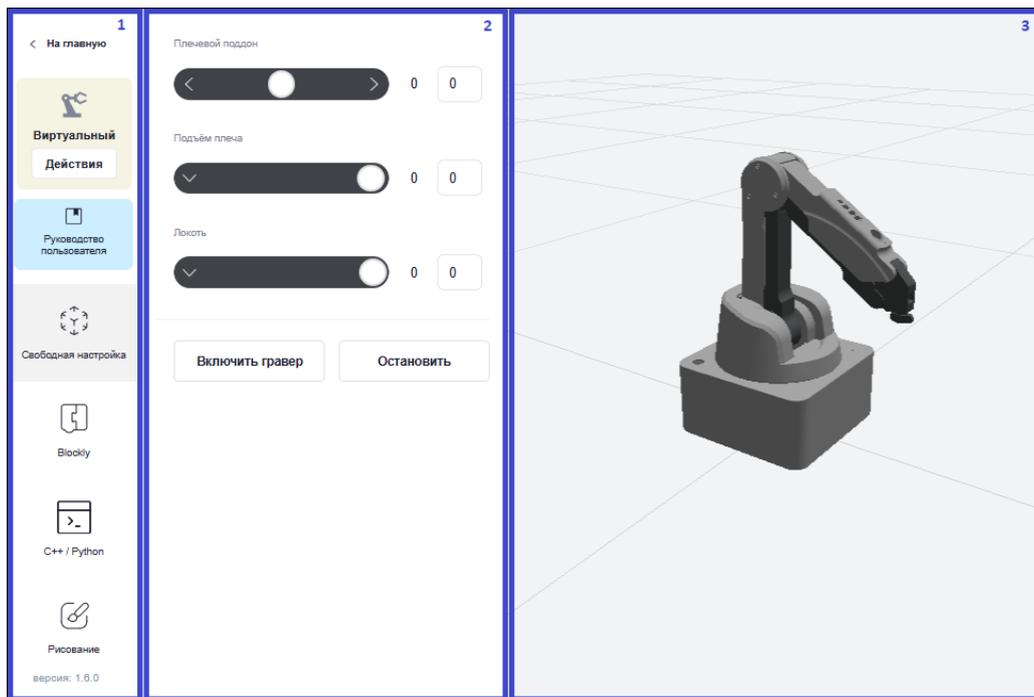


Рисунок 29 – Панель управления манипулятором способом настройки «Свободная настройка»

Панель выбора способов настройки манипулятора позволяет вернуться в главное меню, подключить/отключить манипулятор, открыть руководство пользователя и перейти в другой режим управления манипулятором.

Область управления узлами поворота манипулятора позволяет управлять манипулятором в реальном времени с помощью слайдеров:

- «Плечевой поддон» – изменяет угол поворота узлов манипулятора влево-вправо;
- «Подъем плеча» – изменяет угол поворота узлов поворота манипулятора вперед-назад;
- «Локоть» – изменяет угол поворота узлов манипулятора вверх-вниз.

Значение угла поворота узла можно ввести вручную в специальном поле напротив слайдера, после ввода нажать Enter – манипулятор совершит движение.

Для включения лазера используется кнопка «Включить гравер», для выключения «Выключить гравер». Во время движения манипулятор можно остановить с помощью кнопки «Остановить».

Область воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда) воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде. С помощью

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

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

курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон.

2.3.1.3.2 Способ «Blockly»

Blockly – это визуальный язык программирования Google Blockly. Создание алгоритма Blockly осуществляется путем соединения блоков.

При выборе способа настройки манипулятора «Blockly» в приложении M Edu отобразится панель управления манипулятором, она состоит из (Рисунок 30):

1. панели выбора способов настройки манипулятора;
2. кнопок быстрого действия;
3. библиотеки блоков;
4. рабочей области;
5. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).

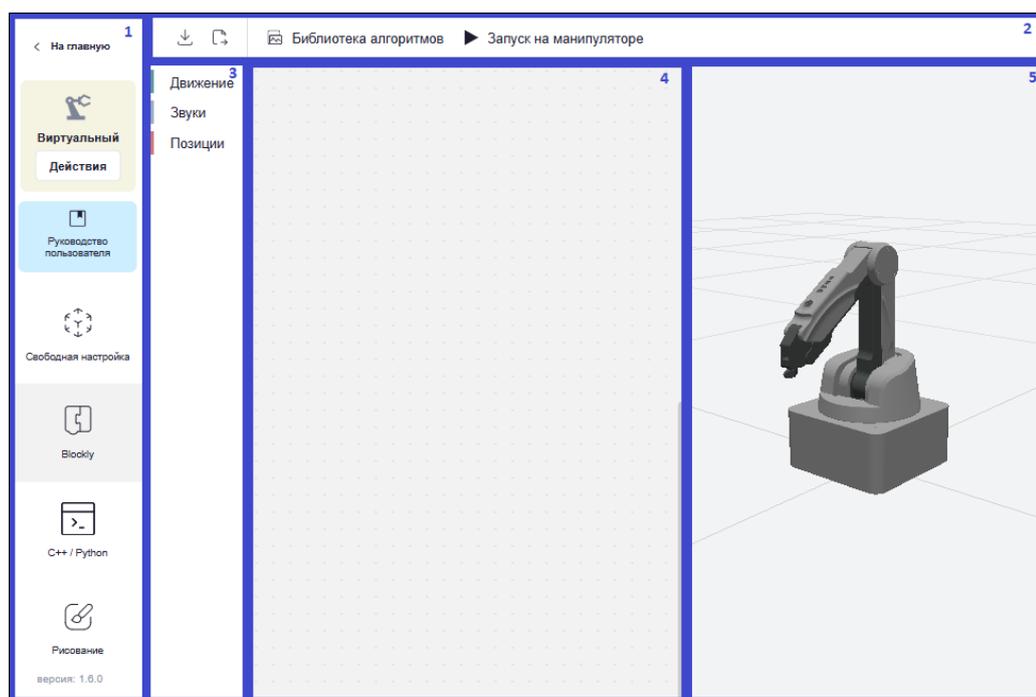


Рисунок 30 – Панель управления манипулятором способом настройки «Blockly»

Панель выбора способов настройки манипулятора позволяет вернуться в главное меню, подключить/отключить манипулятор, открыть руководство пользователя и перейти в другой режим управления манипулятором.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Кнопки быстрого действия:



– скачать алгоритм программы в текстовом формате

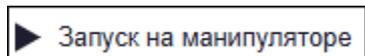


– загрузить алгоритм программы в текстовом формате



Библиотека алгоритмов

– открыть список готовых алгоритмов



Запуск на манипуляторе

– запуск на манипуляторе

Библиотека блоков содержит разделы блок-команд:

- Раздел «Движение» содержит следующие блок-команды:
 - «Переместиться в точку X за t секунд», где X – это выбор позиции, t – это время движения манипулятора;
 - «Подождать t секунд», где t – это время ожидания манипулятора;
 - «Лазерный гравер Включен/Выключен» – включение лазера либо выключение лазера.
- Раздел «Звуки» содержит следующие блок-команды:
 - «Воспроизвести аудио {sound, start, finish, wait} Фоновое воспроизведение {флаг}», где sound – звук, start – начинать, finish – заканчивать, wat – что, флаг – воспроизвести выбранное аудио с возможностью фонового воспроизведения.
- Раздел «Позиции» содержит кнопку «Добавит позицию», при нажатии на которую открывается форма для создания позиции манипулятора. Форма содержит (Рисунок 31):
 - Поле «Наименование» – это X в блок-команде «Переместиться в точку X за t секунд» раздела «Движение»;
 - Поле «Продолжительность, сек» – это время движения манипулятора;
 - Переключатель «Life-режим» – движение манипулятора только по кнопке Play.
 - Область «Настроить поворот» – область настройки угла поворота узлов манипулятора с помощью слайдеров. Значение угла поворота узла можно ввести вручную в специальном поле напротив слайдера, после ввода нажать Enter.

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

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

- Кнопка «Сохранить» – сохранить позицию.
- Кнопка «Остановка» – остановить манипулятор во время настройки поворота.

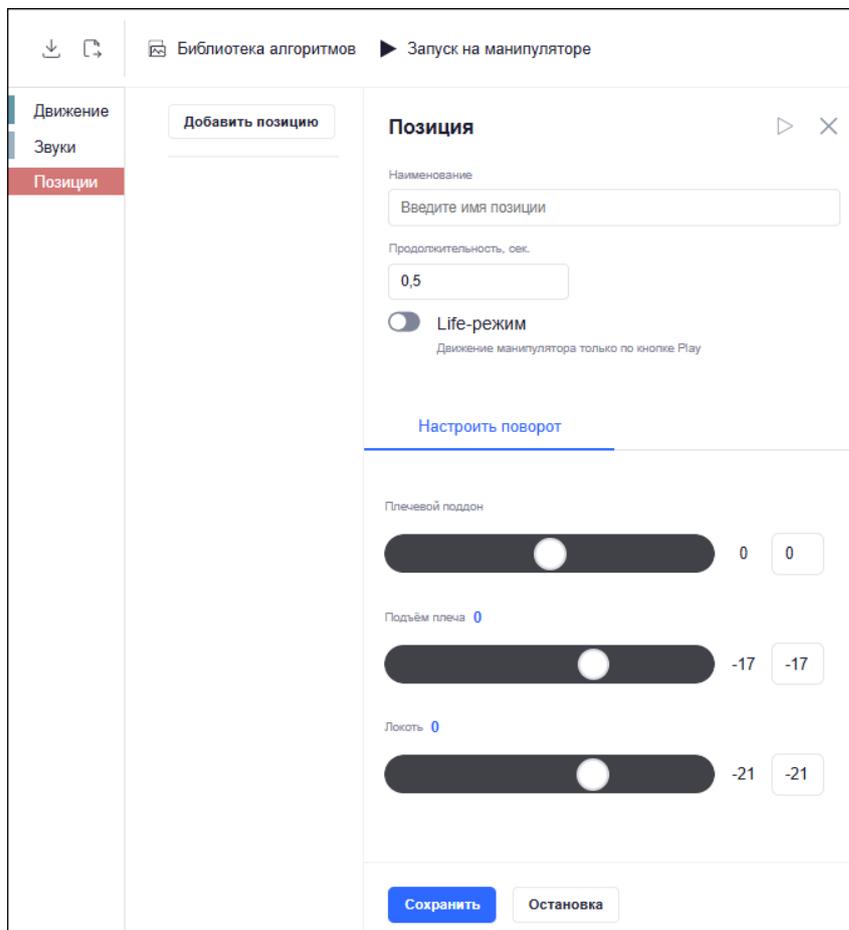


Рисунок 31 – Раздел «Позиции»

Рабочая область предназначена для построения логической структуры алгоритма. Для построения структуры выберите нужную блок-команду из библиотеки блоков и с помощью курсора перетащите его в рабочую область. При нажатии на блок-команду правой кнопкой мыши отображается контекстное меню (Рисунок 32):

- «Дублировать»;
- «Вставки внутри» / «Вставки снаружи»;
- «Свернуть блок» / «Развернуть блок»;
- «Отключить блок» / «Включить блок»;
- «Удалить блок».

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

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

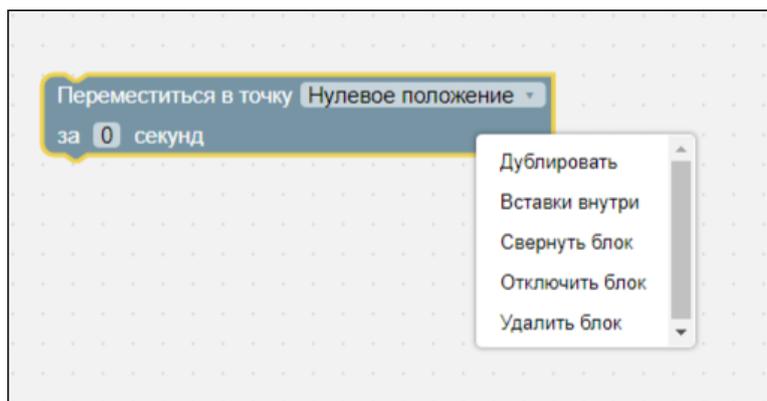


Рисунок 32 – Контекстное меню блок-команды

Процесс построения логической структуры алгоритма выглядит следующим образом:

1. Создайте позиции, то есть точки, между которыми манипулятор будет выполнять перемещение.
2. Добавьте в рабочую область блок-команды из раздела «Движение» – в каждой блок-команде должна быть указана позиция, в которую необходимо переместиться.
3. Добавьте в рабочую область блок-команды «Подождать t секунд», «Лазерный гравер Включен/Выключен».
4. Соедините блок-команды друг с другом в правильном порядке, чтобы движение между точками выполнялось последовательно, а блок-команды «Подождать t секунд» и «Лазерный гравер Включен/Выключен» включалась тогда, когда задумано.

После завершения построения алгоритма вы можете запустить его выполнение в виртуальной среде либо на манипуляторе.

Область воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда) воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде. С помощью курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон.

2.3.1.3.3 Способ «C++/Python»

C++ или просто «плюсы» – объектно-ориентированный язык, на котором пишут сложные сервисы, требующие скорости и производительности.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Python — простой высокоуровневый язык с большими возможностями. Язык хорош для начинающих разработчиков, подходит для разных задач и применяется во многих сферах, от машинного обучения до создания игр и проведения научных исследований.

C++ и Python – это два совершенно разных языка программирования. У них разные особенности и предназначены они для разных задач. Но у обоих есть одна общая черта: поддержка объектно-ориентированного программирования.

При выборе способа настройки манипулятора «C++/Python» в приложении M Edu отобразится панель управления манипулятором, она состоит из (Рисунок 33):

1. панели выбора способов настройки манипулятора;
2. кнопок быстрого действия;
3. рабочей области;
4. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).

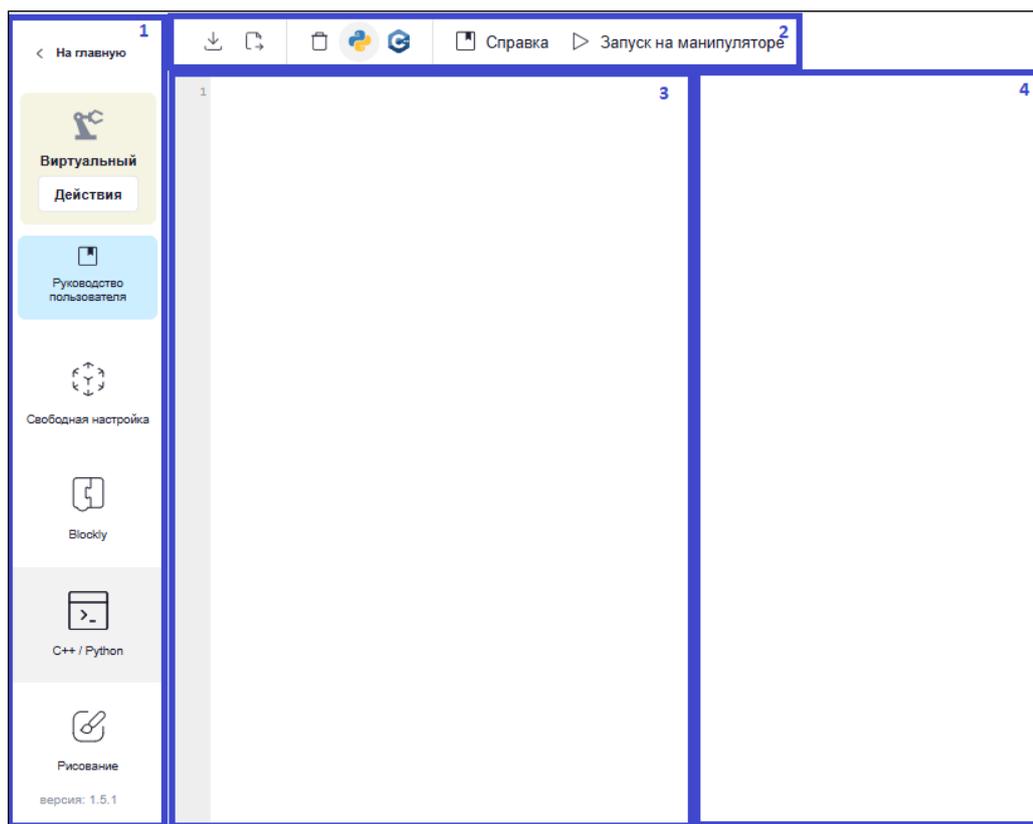


Рисунок 33 – Панель управления манипулятором способом настройки «C++/Python»

Панель выбора способов настройки манипулятора позволяет вернуться в главное меню, подключить/отключить манипулятор, открыть руководство пользователя и перейти в другой режим управления манипулятором.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Кнопки быстрого действия:



– скачать алгоритм программы в текстовом формате



– загрузить алгоритм программы в текстовом формате



– удалить алгоритм



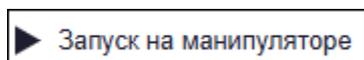
– писать алгоритм на языке Python



– писать алгоритм на языке C++



– открыть список поддерживаемых функций



– запуск на манипуляторе

Рабочая область предназначена для самостоятельного написания кода алгоритма поведения манипулятора на языках C++/Python. Для написания кода воспользуйтесь подсказками по кнопке «Справка». Запустите выполнение алгоритма в виртуальной среде либо на манипуляторе.

Область воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда) воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде. С помощью курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон.

2.3.1.3.4 Способ «Рисование»

При выборе способа настройки манипулятора «Рисование» в приложении M Edu по умолчанию на области рисования отобразится форма выбора изображения – библиотека рисунков (Рисунок 34). Выберите изображение и нажмите кнопку «Выбрать» либо закройте форму, нажав на кнопку «Заккрыть».

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



Рисунок 34 – Библиотека рисунков

Выбранное изображение отобразится в области рисования. Для запуска гравировки изображения нажмите кнопку .

Для повторного выбора изображения нажмите кнопку .

Область воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда) воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде. С помощью курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон.

Во время гравировки функция остановки манипулятора временно отсутствует.

2.3.1.4 Режим «Механический захват»

Для управления манипулятором в режиме «Механический захват» сначала установите модуль механического захвата. Инструкция по установке описана в разделе 1.2.9.

Проверьте, что ваш компьютер подключен к манипулятору.

Для запуска режима «Механический захват» нажмите кнопку «Механический захват» в главном меню приложения M Edu. Отобразится форма выбора способов настройки манипулятора (Рисунок 35):

- «Свободная настройка» – способ свободной настройки, позволяет познакомиться с основными возможностями работы манипулятора M Edu с механическим захватом;
- «Blockly» – способ предназначен для создания логики поведения манипулятора с помощью визуального языка программирования Blockly;

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

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

- «С++ / Python» – способ позволяет самостоятельно написать код алгоритма поведения манипулятора на языках С++/Python;
- «Руководство пользователя» – кнопка перехода к руководству пользователя.

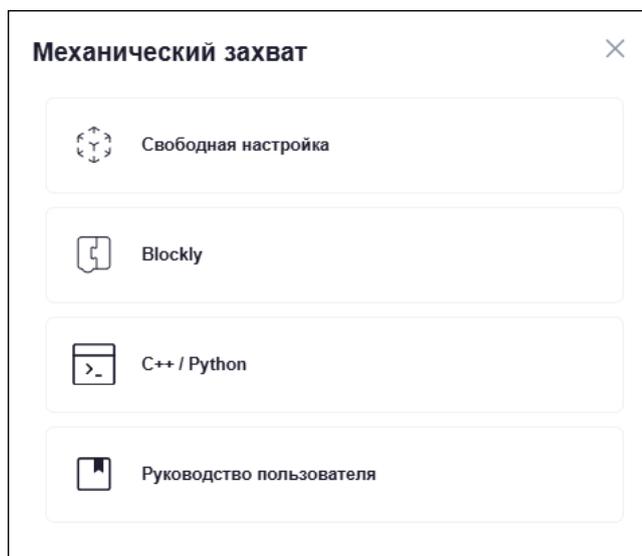


Рисунок 35 – Форма выбора способов настройки манипулятора

Габариты перемещаемого объекта должны не превышать значение характеристики «Максимальный раствор когтей модуля захвата механического», указанного в таблице раздела 1.1.2.

2.3.1.4.1 Способ «Свободная настройка»

При выборе способа настройки манипулятора «Свободная настройка» в приложении M Edu отобразится панель управления манипулятором, она состоит из (Рисунок 36):

1. панели выбора способов настройки манипулятора;
2. области управления узлами поворота манипулятора;
3. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ	Лист
											53

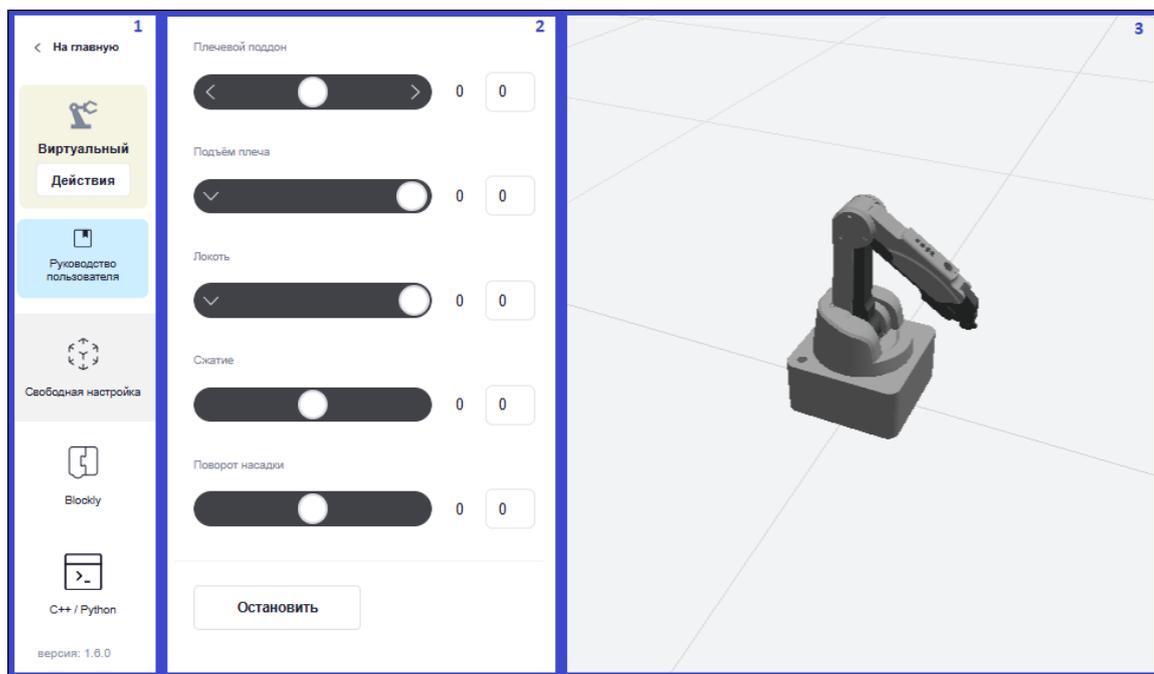


Рисунок 36 – Панель управления манипулятором способом настройки «Свободная настройка»

Панель выбора способов настройки манипулятора позволяет вернуться в главное меню, подключить/отключить манипулятор, открыть руководство пользователя и перейти в другой режим управления манипулятором.

Область управления узлами поворота манипулятора содержит слайдеры для настройки значений угла поворота узла:

- «Плечевой поддон» – изменяет угол поворота узлов манипулятора влево-вправо;
- «Подъем плеча» – изменяет угол поворота узлов поворота манипулятора вперед-назад;
- «Локоть» – изменяет угол поворота узлов манипулятора вверх-вниз;
- «Сжатие» – изменяет угол сжатия и разжатия когтей относительно вертикальной оси;
- «Поворот насадки» – изменяет угол поворота четвертого узла – поворотного модуля инструмента, на котором закреплен механический захват.

Значение угла поворота узла и угла сжатия и разжатия когтей можно ввести вручную в специальном поле напротив слайдера, после ввода нажать Enter – манипулятор совершит движение.

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

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

Во время движения манипулятор можно остановить с помощью кнопки «Остановить».

Область воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда) воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде. С помощью курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон.

2.3.1.4.2 Способ «Blockly»

Blockly – это визуальный язык программирования Google Blockly. Создание алгоритма Blockly осуществляется путем соединения блоков.

При выборе способа настройки манипулятора «Blockly» в приложении M Edu отобразится панель управления манипулятором, она состоит из (Рисунок 37):

1. панели выбора способов настройки манипулятора;
2. кнопок быстрого действия;
3. библиотеки блоков;
4. рабочей области;
5. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).

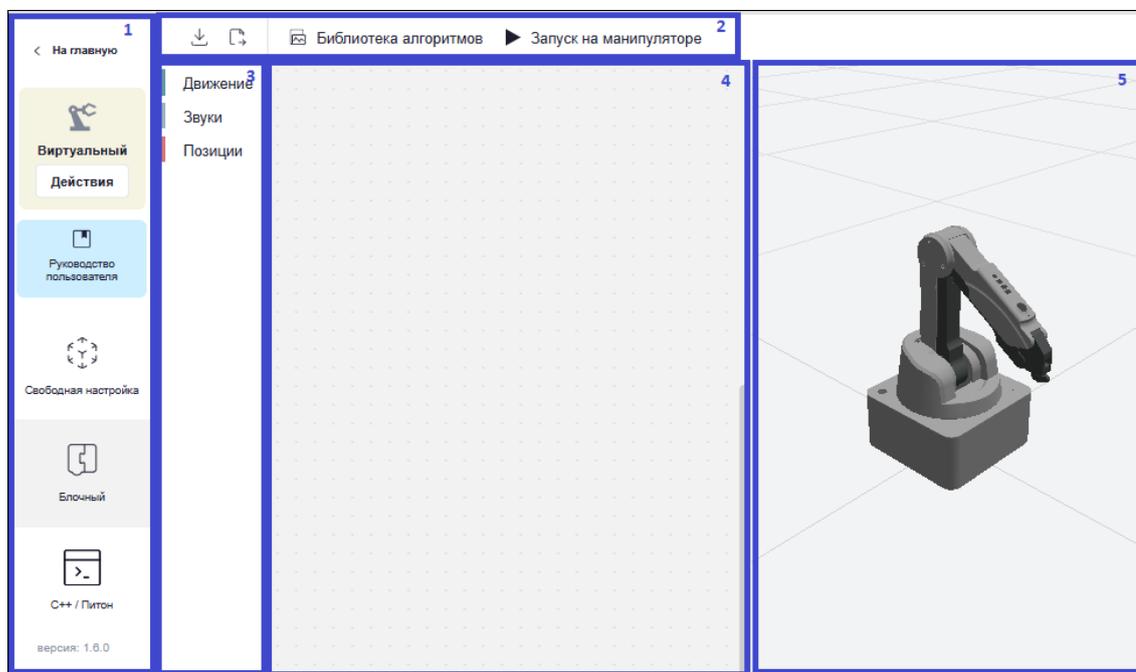


Рисунок 37 – Панель управления манипулятором способом настройки «Blockly»

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

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

Панель выбора способов настройки манипулятора позволяет вернуться в главное меню, подключить/отключить манипулятор, открыть руководство пользователя и перейти в другой режим управления манипулятором.

Кнопки быстрого действия:



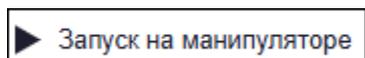
– скачать алгоритм программы в текстовом формате



– загрузить алгоритм программы в текстовом формате



– открыть список готовых алгоритмов



– запуск на манипуляторе

Библиотека блоков содержит разделы блок-команд:

- Раздел «Движение» содержит следующие блок-команды:
 - «Переместиться в точку X за t секунд», где X – это выбор позиции, t – это время движения манипулятора;
 - «Подождать t секунд», где t – это время ожидания манипулятора.
 - «Сжать на N °» – сжать или разжать когти захвата на N градусов, где N – угол разжатия когтей относительно вертикальной оси.
 - «Повернуть насадку на N °» – изменить угол поворота четвертого узла, где N – угол разворота поворотного модуля инструмента.
- Раздел «Звуки» содержит следующие блоки-команды:
 - «Воспроизвести аудио {sound, start, finish, wait} Фоновое воспроизведение {флаг}», где sound – звук, start – начинать, finish – заканчивать, wat – что, флаг – воспроизвести выбранное аудио с возможностью фонового воспроизведения.
- Раздел «Позиции» содержит кнопку «Добавить позицию», при нажатии на которую открывается форма для создания позиции манипулятора. Форма содержит (Рисунок 38):
 - Поле «Наименование» – это X в блоке-команды «Переместиться в точку X за t секунд» раздела «Движение»;
 - Поле «Продолжительность, сек» – это время движения манипулятора;

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

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

- Переключатель «Life-режим» – движение манипулятора только по кнопке Play.
- Область «Настроить поворот» – область настройки угла поворота узлов манипулятора с помощью слайдеров. Значение угла поворота узла можно ввести вручную в специальном поле напротив слайдера, после ввода нажать Enter.
- Кнопка «Сохранить» – сохранить позицию.
- Кнопка «Остановка» – остановить манипулятор во время настройки поворота.

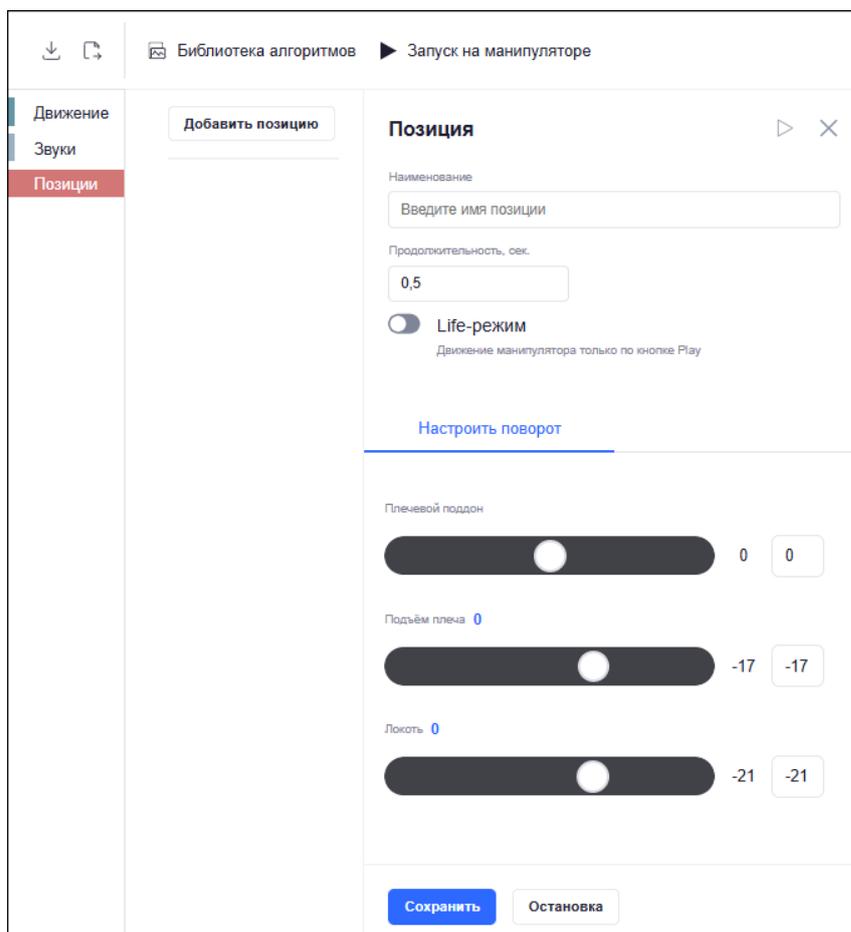


Рисунок 38 – Раздел «Позиции»

Рабочая область предназначена для построения логической структуры алгоритма. Для построения структуры выберите нужную блок-команду из библиотеки блоков и с помощью курсора перетащите его в рабочую область. При нажатии на блок-команду правой кнопкой мыши отображается контекстное меню (Рисунок 39):

- «Дублировать»;

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

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

- «Вставки внутри» / «Вставки снаружи»;
- «Свернуть блок» / «Развернуть блок»;
- «Отключить блок» / «Включить блок»;
- «Удалить блок».

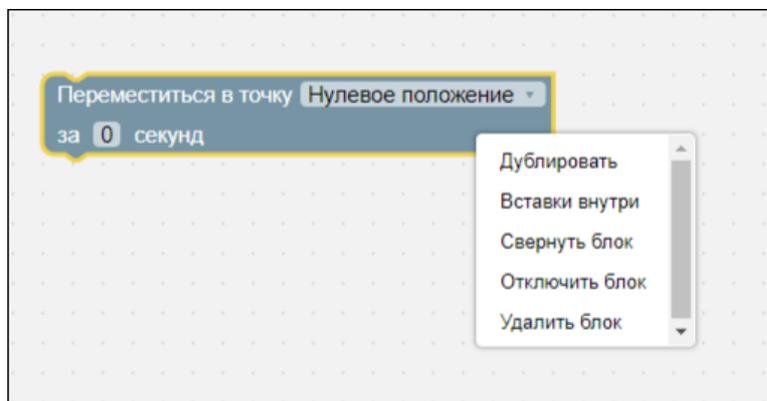


Рисунок 39 – Контекстное меню блок-команды

Процесс построения логической структуры алгоритма выглядит следующим образом:

1. Создайте позиции, то есть точки, между которыми манипулятор будет выполнять перемещение.
2. Добавьте в рабочую область блок-команды из раздела «Движение» – в каждой блок-команде должна быть указана позиция, в которую необходимо переместиться.
3. Добавьте в рабочую область блок-команды «Подождать t секунд», «Сжать на N °», «Повернуть насадку на N °».
4. Соедините блок-команды друг с другом в правильном порядке, чтобы движение между точками выполнялось последовательно, а блок-команды «Подождать t секунд», «Сжать на N °», «Повернуть насадку на N °» включались тогда, когда задумано.

После завершения построения алгоритма вы можете запустить его выполнение в виртуальной среде либо на манипуляторе.

Область воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда) воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде. С помощью курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон.

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

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

2.3.1.4.3 Способ «C++/Python»

C++ или просто «плюсы» – объектно-ориентированный язык, на котором пишут сложные сервисы, требующие скорости и производительности.

Python — простой высокоуровневый язык с большими возможностями. Язык хорош для начинающих разработчиков, подходит для разных задач и применяется во многих сферах, от машинного обучения до создания игр и проведения научных исследований.

C++ и Python – это два совершенно разных языка программирования. У них разные особенности и предназначены они для разных задач. Но у обоих есть одна общая черта: поддержка объектно-ориентированного программирования.

При выборе способа настройки манипулятора «C++/Python» в приложении M Edu отобразится панель управления манипулятором, она состоит из (Рисунок 40):

1. панели выбора способов настройки манипулятора;
2. кнопок быстрого действия;
3. рабочей области;
4. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).

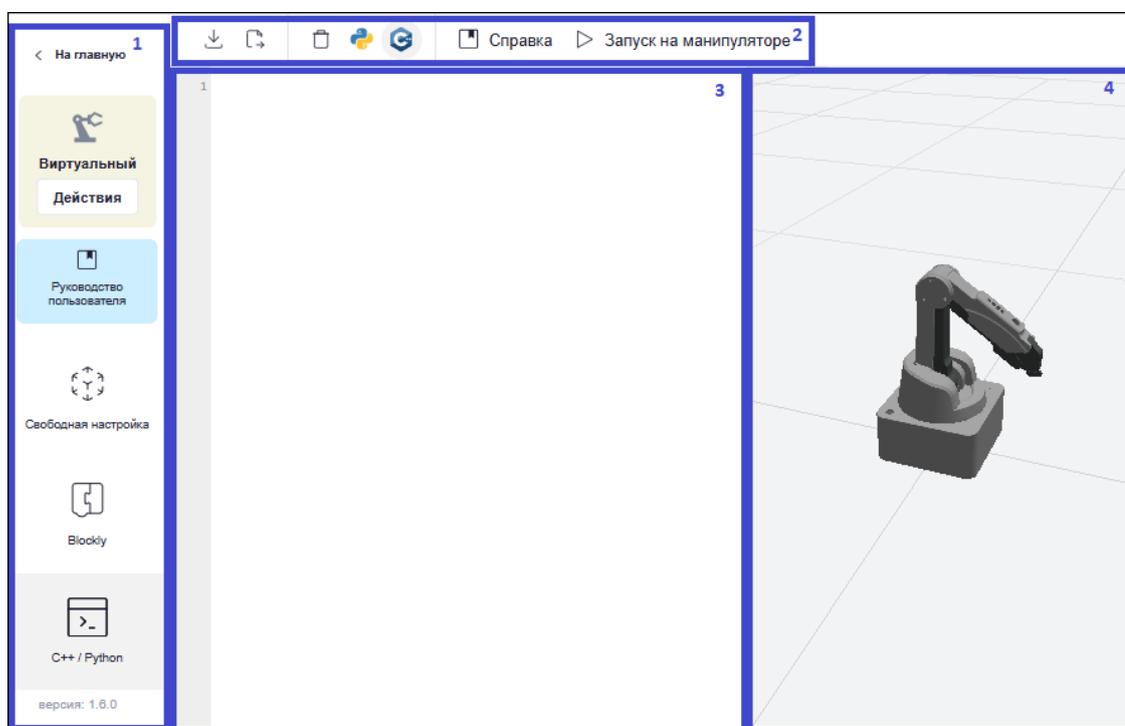


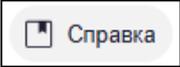
Рисунок 40 – Панель управления манипулятором способом настройки «C++/Python»

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

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

Панель выбора способов настройки манипулятора позволяет вернуться в главное меню, подключить/отключить манипулятор, открыть руководство пользователя и перейти в другой режим управления манипулятором.

Кнопки быстрого действия:

-  – скачать алгоритм программы в текстовом формате
-  – загрузить алгоритм программы в текстовом формате
-  – удалить алгоритм
-  – писать алгоритм на языке Python
-  – писать алгоритм на языке C++
-  Справка – открыть список поддерживаемых функций
-  Запуск на манипуляторе – запуск на манипуляторе

Рабочая область предназначена для самостоятельного написания кода алгоритма поведения манипулятора на языках C++/Python. Для написания кода воспользуйтесь подсказками по кнопке «Справка». Запустите выполнение алгоритма в виртуальной среде либо на манипуляторе.

Область воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда) воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде. С помощью курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон.

2.3.1.5 Режим «Вакуумный захват»

Для управления манипулятором в режиме «Вакуумный захват» сначала установите модуль механического захвата. Инструкция по установке описана в разделе 1.2.8.

Проверьте, что ваш компьютер подключен к манипулятору.

Для запуска режима «Вакуумный захват» нажмите кнопку «Вакуумный захват» в главном меню приложения M Edu. Отобразится форма выбора способов настройки манипулятора (Рисунок 41):

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

- «Свободная настройка» – способ свободной настройки, позволяет познакомиться с основными возможностями работы манипулятора M Edu с вакуумным захватом;
- «Blockly» – способ предназначен для создания логики поведения манипулятора с помощью визуального языка программирования Blockly;
- «С++ / Python» – способ позволяет самостоятельно написать код алгоритма поведения манипулятора на языках С++/Python;
- «Руководство пользователя» – кнопка перехода к руководству пользователя.

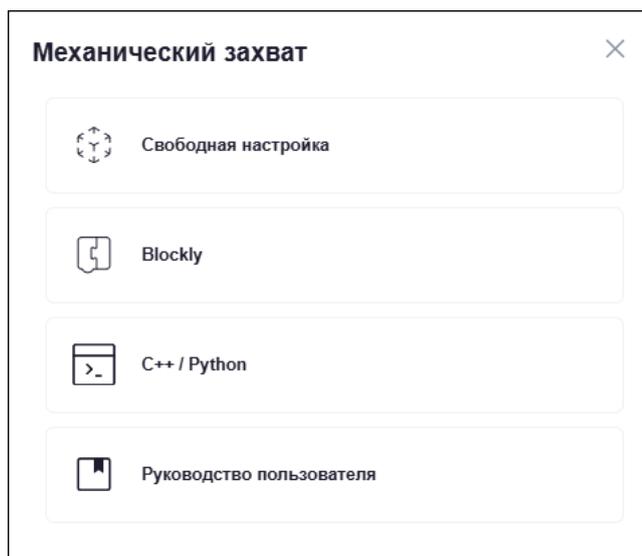


Рисунок 41 – Форма выбора способов настройки манипулятора

Габариты перемещаемого объекта должны не превышать значений характеристик «Диаметр присоски модуля захвата вакуумного» и «Мощность насоса модуля захвата вакуумного, не более», указанные в таблице раздела 1.1.2.

2.3.1.5.1 Способ «Свободная настройка»

При выборе способа настройки манипулятора «Свободная настройка» в приложении M Edu отобразится панель управления манипулятором, она состоит из (Рисунок 42):

1. панели выбора способов настройки манипулятора;
2. области управления узлами поворота манипулятора;
3. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).

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

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

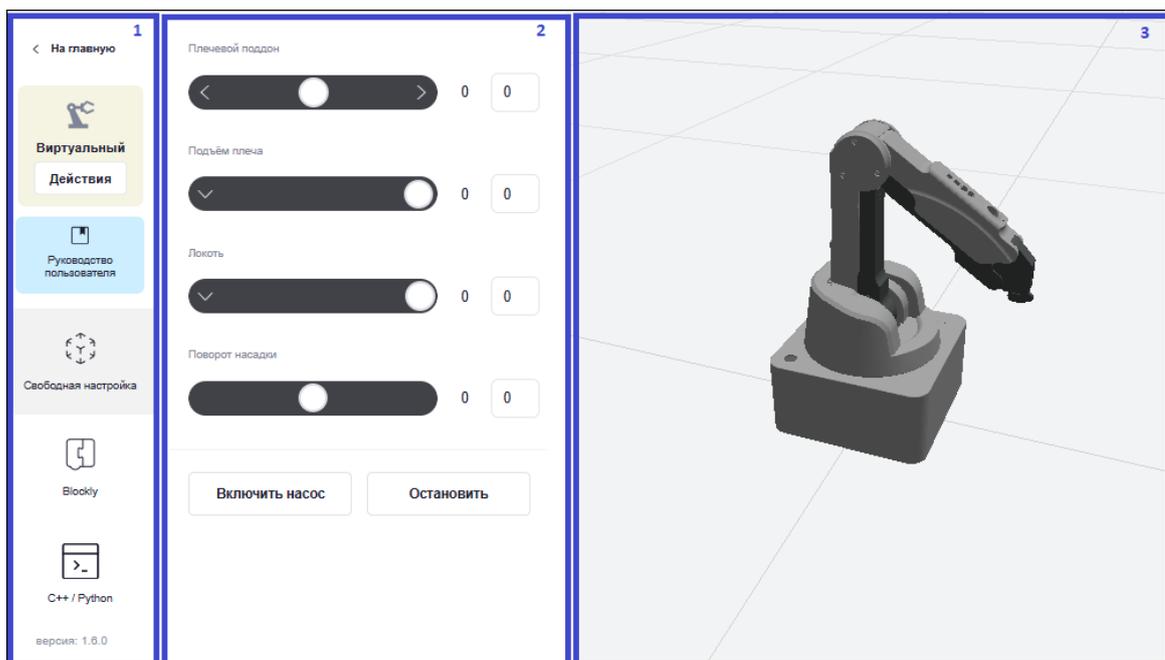


Рисунок 42 – Панель управления манипулятором способом настройки «Свободная настройка»

Панель выбора способов настройки манипулятора позволяет вернуться в главное меню, подключить/отключить манипулятор, открыть руководство пользователя и перейти в другой режим управления манипулятором.

Область управления узлами поворота манипулятора содержит слайдеры для настройки значений угла поворота узла:

- «Плечевой поддон» – изменяет угол поворота узлов манипулятора влево-вправо;
- «Подъем плеча» – изменяет угол поворота узлов поворота манипулятора вперед-назад;
- «Локоть» – изменяет угол поворота узлов манипулятора вверх-вниз;
- «Поворот насадки» – изменяет угол поворота четвертого узла – поворотного модуля инструмента, на котором закреплен механический захват.

Значение угла поворота узла можно ввести вручную в специальном поле напротив слайдера, после ввода нажать Enter – манипулятор совершит движение.

Для включения насоса используется кнопка «Включить насос», для выключения «Выключить насос». Во время движения манипулятор можно остановить с помощью кнопки «Остановить».

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

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

Область воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда) воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде. С помощью курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон.

2.3.1.5.2 Способ «Blockly»

Blockly – это визуальный язык программирования Google Blockly. Создание алгоритма Blockly осуществляется путем соединения блоков.

При выборе способа настройки манипулятора «Blockly» в приложении M Edu отобразится панель управления манипулятором, она состоит из (Рисунок 43):

1. панели выбора способов настройки манипулятора;
2. кнопок быстрого действия;
3. библиотеки блоков;
4. рабочей области;
5. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).

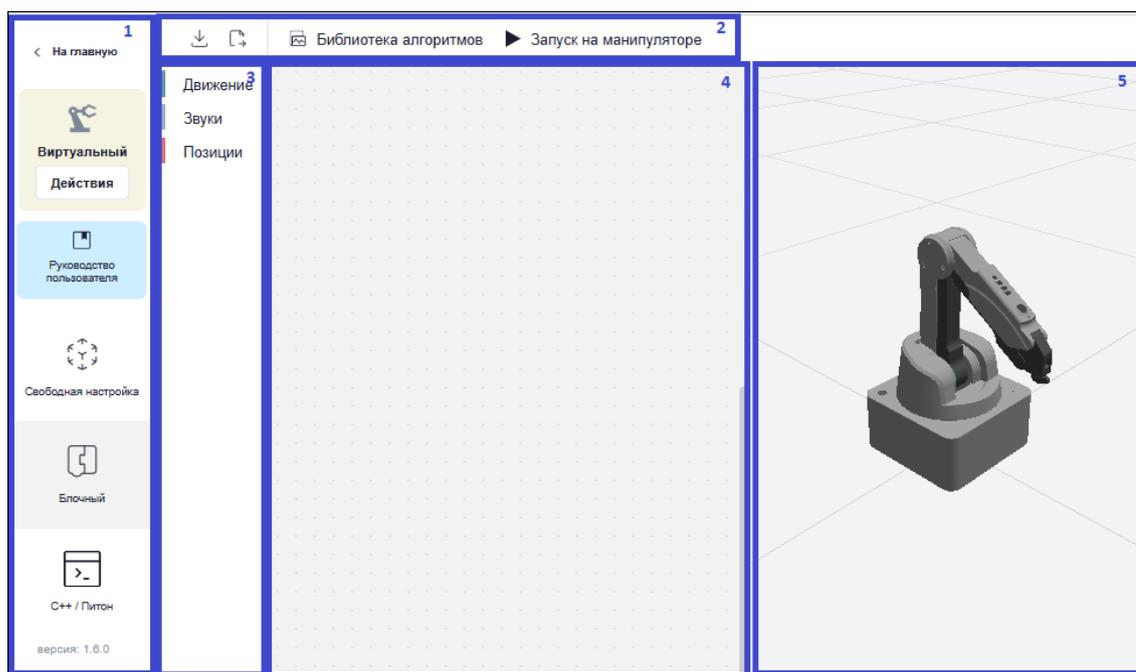


Рисунок 43 – Панель управления манипулятором способом настройки «Blockly»

Панель выбора способов настройки манипулятора позволяет вернуться в главное меню, подключить/отключить манипулятор, открыть руководство пользователя и перейти в другой режим управления манипулятором.

Кнопки быстрого действия:

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

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



– скачать алгоритм программы в текстовом формате



– загрузить алгоритм программы в текстовом формате



Библиотека алгоритмов

– открыть список готовых алгоритмов



Запуск на манипуляторе

– запуск на манипуляторе

Библиотека блоков содержит разделы блок-команд:

- Раздел «Движение» содержит следующие блок-команды:
 - «Переместиться в точку X за t секунд», где X – это выбор позиции, t – это время движения манипулятора;
 - «Подождать t секунд», где t – это время ожидания манипулятора.
 - «Вакуумный захват Включен/Выключен» – включение насоса либо выключение насоса.
 - «Повернуть насадку на N °» – изменить угол поворота четвертого узла, где N – угол разворота поворотного модуля инструмента.
- Раздел «Звуки» содержит следующие блоки-команды:
 - «Воспроизвести аудио {sound, start, finish, wait} Фоновое воспроизведение {флаг}», где sound – звук, start – начинать, finish – заканчивать, wat – что, флаг – воспроизвести выбранное аудио с возможностью фонового воспроизведения.
- Раздел «Позиции» содержит кнопку «Добавить позицию», при нажатии на которую открывается форма для создания позиции манипулятора. Форма содержит (Рисунок 44):
 - Поле «Наименование» – это X в блоке-команды «Переместиться в точку X за t секунд» раздела «Движение»;
 - Поле «Продолжительность, сек» – это время движения манипулятора;
 - Переключатель «Life-режим» – движение манипулятора только по кнопке Play.
 - Область «Настроить поворот» – область настройки угла поворота узлов манипулятора с помощью слайдеров. Значение угла поворота узла можно

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

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

ввести вручную в специальном поле напротив слайдера, после ввода нажать Enter.

- Кнопка «Сохранить» – сохранить позицию.
- Кнопка «Остановка» – остановить манипулятор во время настройки поворота.

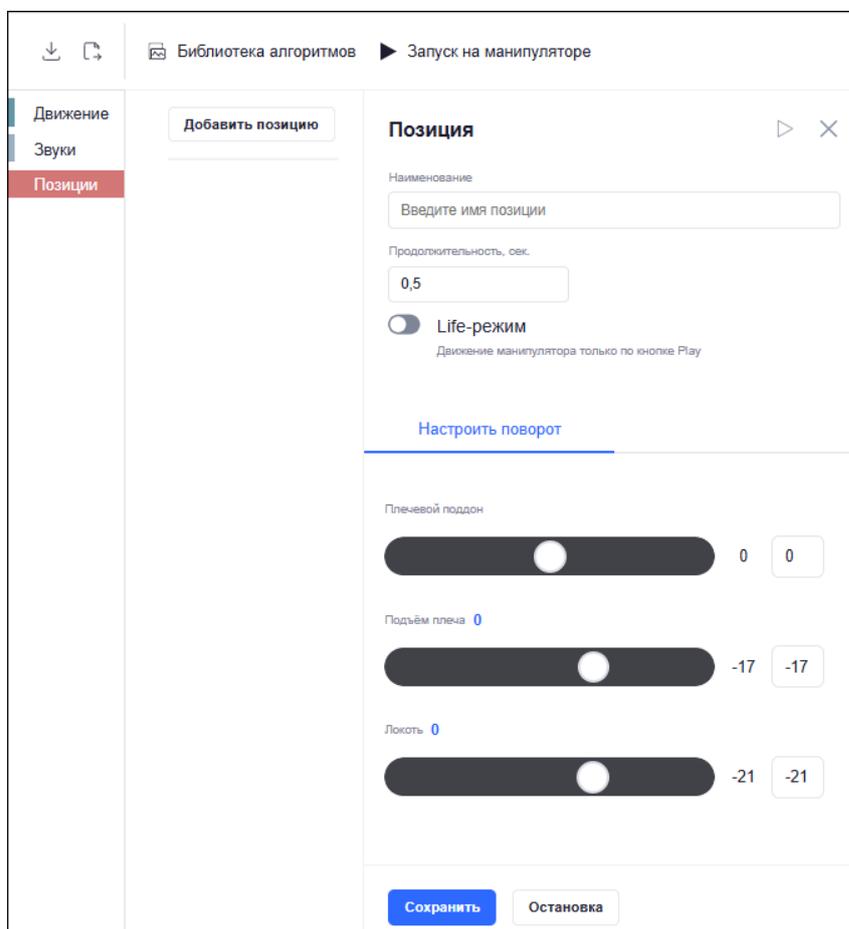


Рисунок 44 – Раздел «Позиции»

Рабочая область предназначена для построения логической структуры алгоритма. Для построения структуры выберите нужную блок-команду из библиотеки блоков и с помощью курсора перетащите его в рабочую область. При нажатии на блок-команду правой кнопкой мыши отображается контекстное меню (Рисунок 45):

- «Дублировать»;
- «Вставки внутри» / «Вставки снаружи»;
- «Свернуть блок» / «Развернуть блок»;
- «Отключить блок» / «Включить блок»;
- «Удалить блок».

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

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

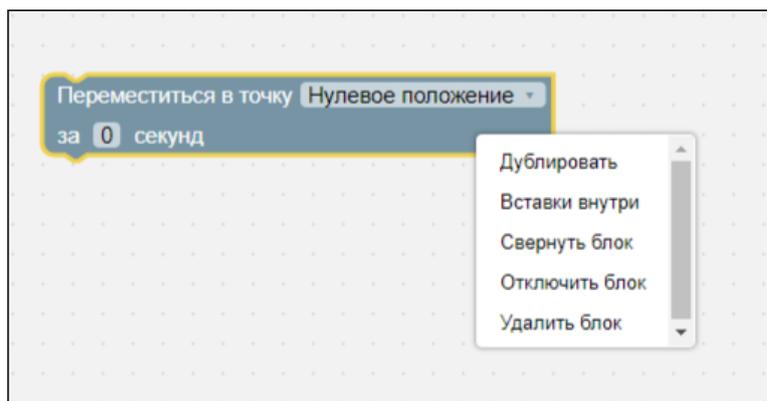


Рисунок 45 – Контекстное меню блок-команды

Процесс построения логической структуры алгоритма выглядит следующим образом:

1. Создайте позиции, то есть точки, между которыми манипулятор будет выполнять перемещение.
2. Добавьте в рабочую область блок-команды из раздела «Движение» – в каждой блок-команде должна быть указана позиция, в которую необходимо переместиться.
3. Добавьте в рабочую область блок-команды «Подождать t секунд», «Вакуумный захват Включен/Выключен», «Повернуть насадку на N °».
4. Соедините блок-команды друг с другом в правильном порядке, чтобы движение между точками выполнялось последовательно, а блок-команды «Подождать t секунд», «Вакуумный захват Включен/Выключен», «Повернуть насадку на N °» включались тогда, когда задумано.

После завершения построения алгоритма вы можете запустить его выполнение в виртуальной среде либо на манипуляторе.

Область воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда) воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде. С помощью курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон.

2.3.1.5.3 Способ «C++/Python»

C++ или просто «плюсы» – объектно-ориентированный язык, на котором пишут сложные сервисы, требующие скорости и производительности.

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

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

Python — простой высокоуровневый язык с большими возможностями. Язык хорош для начинающих разработчиков, подходит для разных задач и применяется во многих сферах, от машинного обучения до создания игр и проведения научных исследований.

C++ и Python – это два совершенно разных языка программирования. У них разные особенности и предназначены они для разных задач. Но у обоих есть одна общая черта: поддержка объектно-ориентированного программирования.

При выборе способа настройки манипулятора «C++/Python» в приложении M Edu отобразится панель управления манипулятором, она состоит из (Рисунок 46):

1. панели выбора способов настройки манипулятора;
2. кнопок быстрого действия;
3. рабочей области;
4. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).

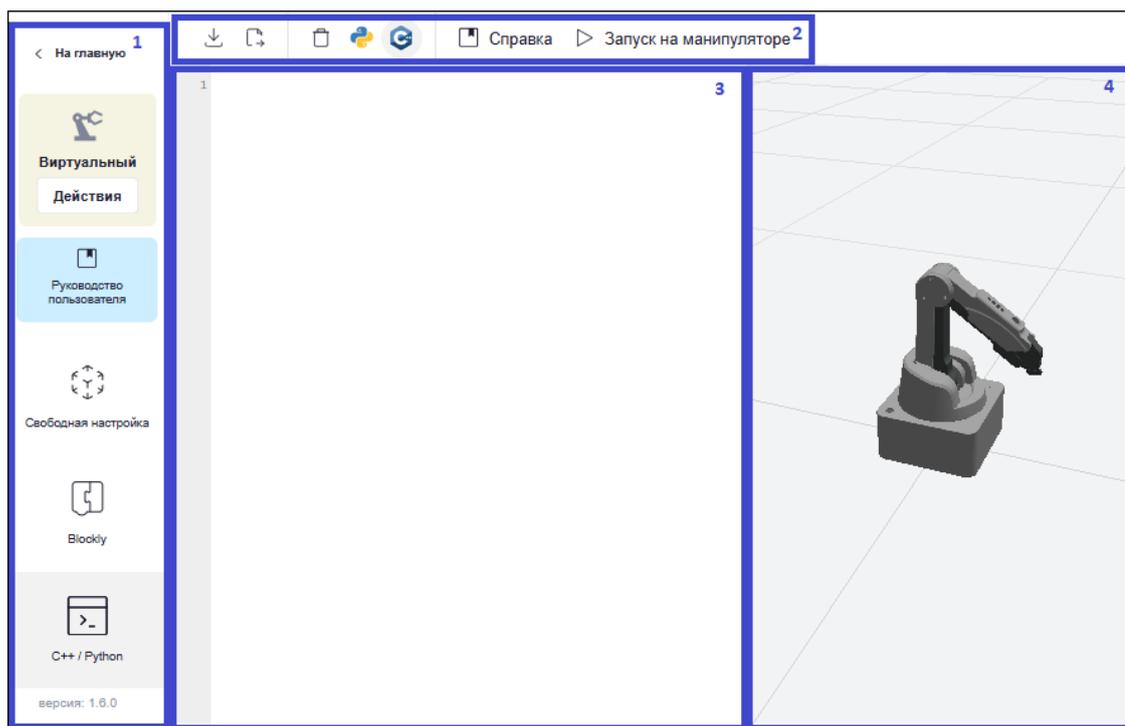


Рисунок 46 – Панель управления манипулятором способом настройки «C++/Python»

Панель выбора способов настройки манипулятора позволяет вернуться в главное меню, подключить/отключить манипулятор, открыть руководство пользователя и перейти в другой режим управления манипулятором.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Кнопки быстрого действия:



– скачать алгоритм программы в текстовом формате



– загрузить алгоритм программы в текстовом формате



– удалить алгоритм



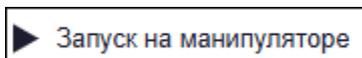
– писать алгоритм на языке Python



– писать алгоритм на языке C++



– открыть список поддерживаемых функций



– запуск на манипуляторе

Рабочая область предназначена для самостоятельного написания кода алгоритма поведения манипулятора на языках C++/Python. Для написания кода воспользуйтесь подсказками по кнопке «Справка». Запустите выполнение алгоритма в виртуальной среде либо на манипуляторе.

Область воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда) воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде. С помощью курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон.

2.3.1.6 Режим «Без насадки»

Режим «Без насадки» позволяет управлять манипулятором без установки насадки.

Проверьте, что ваш компьютер подключен к манипулятору.

Для запуска режима «Без насадки» нажмите кнопку «Без насадки» в главном меню приложения M Edu. Отобразится форма выбора способов настройки манипулятора (Рисунок 47):

- «Свободная настройка» – способ свободной настройки, позволяет познакомиться с основными возможностями работы манипулятора M Edu без насадки;

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

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

- «C++ / Python» – способ позволяет самостоятельно написать код алгоритма поведения манипулятора на языках C++/Python;
- «Руководство пользователя» – кнопка перехода к руководству пользователя.

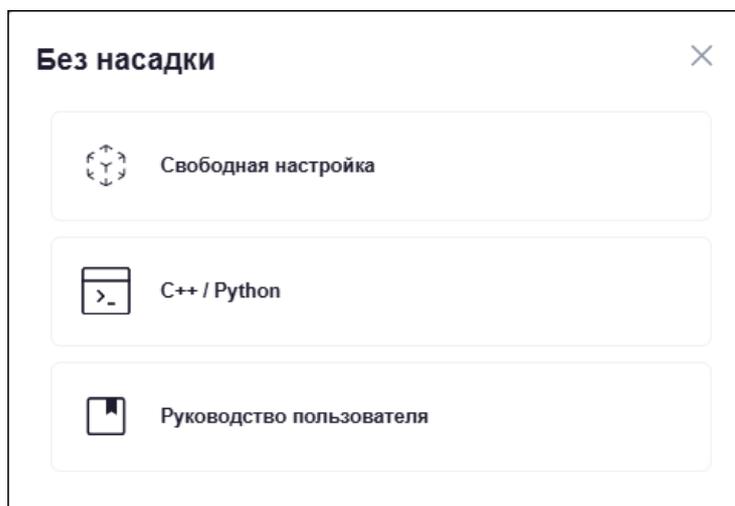


Рисунок 47 – Форма выбора способов настройки манипулятора

2.3.1.6.1 Способ «Свободная настройка»

При выборе способа настройки манипулятора «Свободная настройка» в приложении M Edu отобразится панель управления манипулятором, она состоит из (Рисунок 48):

1. панели выбора способов настройки манипулятора;
2. области управления узлами поворота манипулятора;
3. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).

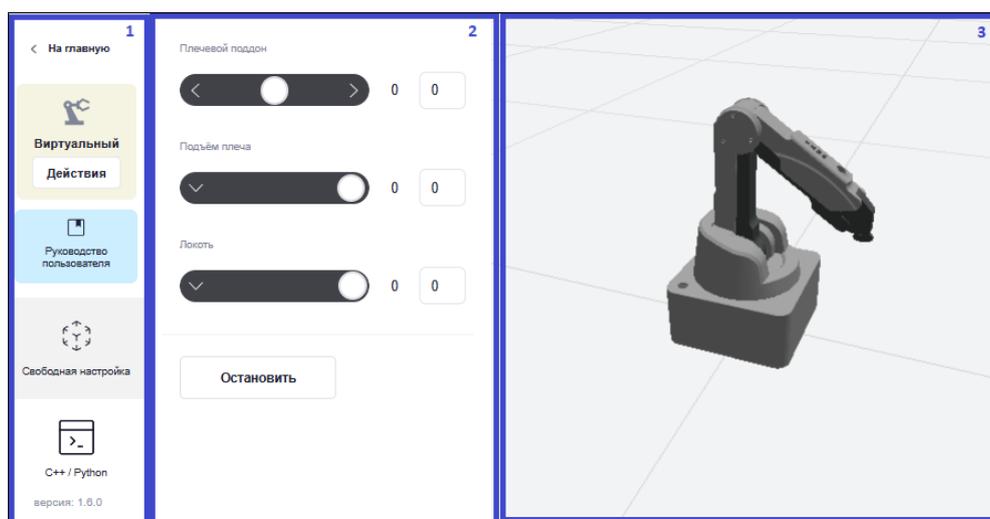


Рисунок 48 – Панель управления манипулятором способом настройки «Свободная настройка»

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

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

Панель выбора способов настройки манипулятора позволяет вернуться в главное меню, подключить/отключить манипулятор, открыть руководство пользователя и перейти в другой режим управления манипулятором.

Область управления узлами поворота манипулятора содержит слайдеры для настройки значений угла поворота узла:

- «Плечевой поддон» – изменяет угол поворота узлов манипулятора влево-вправо;
- «Подъем плеча» – изменяет угол поворота узлов поворота манипулятора вперед-назад;
- «Локоть» – изменяет угол поворота узлов манипулятора вверх-вниз;

Значение угла поворота узла можно ввести вручную в специальном поле напротив слайдера, после ввода нажать Enter – манипулятор совершит движение.

Во время движения манипулятор можно остановить с помощью кнопки «Остановить».

Область воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда) воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде. С помощью курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон.

2.3.1.6.2 Способ «C++/Python»

C++ или просто «плюсы» – объектно-ориентированный язык, на котором пишут сложные сервисы, требующие скорости и производительности.

Python — простой высокоуровневый язык с большими возможностями. Язык хорош для начинающих разработчиков, подходит для разных задач и применяется во многих сферах, от машинного обучения до создания игр и проведения научных исследований.

C++ и Python – это два совершенно разных языка программирования. У них разные особенности и предназначены они для разных задач. Но у обоих есть одна общая черта: поддержка объектно-ориентированного программирования.

При выборе способа настройки манипулятора «C++/Python» в приложении M Edu отобразится панель управления манипулятором, она состоит из (Рисунок 49):

1. панели выбора способов настройки манипулятора;

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

2. кнопок быстрого действия;
3. рабочей области;
4. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).

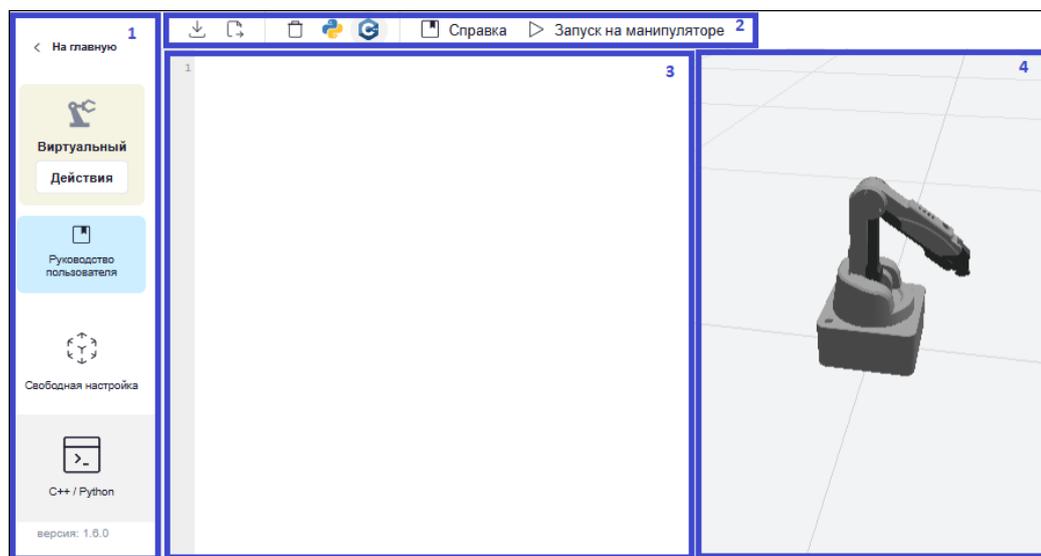


Рисунок 49 – Панель управления манипулятором способом настройки «C++/Python»

Панель выбора способов настройки манипулятора позволяет вернуться в главное меню, подключить/отключить манипулятор, открыть руководство пользователя и перейти в другой режим управления манипулятором.

Кнопки быстрого действия:



– скачать алгоритм программы в текстовом формате



– загрузить алгоритм программы в текстовом формате



– удалить алгоритм



– писать алгоритм на языке Python



– писать алгоритм на языке C++



– открыть список поддерживаемых функций



– запуск на манипуляторе

Рабочая область предназначена для самостоятельного написания кода алгоритма поведения манипулятора на языках C++/Python. Для написания кода воспользуйтесь

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

подсказками по кнопке «Справка». Запустите выполнение алгоритма в виртуальной среде либо на манипуляторе.

Область воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда) воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде. С помощью курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон.

2.3.2 Меры безопасности при использовании

2.3.2.1 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 манипулятора M Edu во включенном состоянии;
- при появлении посторонних шумов прекратить работу и обесточить оборудование;
- соблюдать в чистоте рабочую поверхность манипулятора M Edu от загрязнений и посторонних предметов;
- при появлении неисправности сообщить об этом в сервисную службу компании-изготовителя.

Запрещается:

- производить действия, противоречащие эксплуатационной документации на M Edu;

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ	Лист
											72

- оставлять работающий манипулятор 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.

2.3.2.2 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.

2.3.2.3 Меры безопасности при работе с модулем лазерной гравировки¹

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.

¹ — При наличии в комплектации M Edu сменного модуля лазерной гравировки.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ	Лист 73

2.3.2.4 Меры безопасности при работе с модулем захвата вакуумного и механического

Запрещается:

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

2.3.3 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 приложении M Edu и индикацией на самой M Edu. Для диагностики неисправностей используйте приведенную ниже таблицу.

Таблица 3 – Возможные неисправности и их устранение

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

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

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

Проблема	Возможная причина	Устранение
Непредвиденная ошибка		Перезапустите приложение. Обратитесь в службу поддержки
Появление индикации ошибки на манипуляторе M Edu	Аппаратная неисправность	Обратитесь в службу поддержки

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Лист

75

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 манипулятора 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 манипулятора 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.

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

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

EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ

Лист

76

При обнаружении изношенных или поврежденных деталей обратитесь к производителю.

После завершения всех работ включите манипулятор M Edu и проведите тестирование его функций. Убедитесь, что все системы работают корректно.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата	EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ					Лист
										77
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

4 ХРАНЕНИЕ

Необходимо хранить упаковочный материал в сухом месте – он может потребоваться для дальнейшей упаковки и перевозки M Edu.

В месте хранения M Edu не допускается сырость, водяные испарения, наличие горючих жидкостей и газов.

Перед перемещением M Edu на хранение протрите корпус мягкой, сухой тканью, проверьте, нет ли остатков материалов на рабочих поверхностях сменных модулей и манипулятора.

Не допускается располагать тяжелые предметы поверх оригинальной упаковки.

M Edu должна храниться в отапливаемом и вентилируемом помещении, в котором исключено попадание прямых солнечных лучей, при температуре от 5 до 40 С (рекомендуется при температуре +25 С) и относительной влажности воздуха 65%.

Во избежание нежелательных последствий, к месту хранения не должны допускаться посторонние лица.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата	EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ					Лист
										78
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

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.

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
						79

6 УТИЛИЗАЦИЯ

Срок эксплуатации M Edu 3 года.

Если M Edu повреждена так, что ее больше нельзя использовать, утилизируйте ее.

Для предотвращения загрязнения окружающей среды все отходы, образующиеся при утилизации M Edu и ее частей, подлежат обязательному сбору с последующей утилизацией в установленном порядке и в соответствии с действующими требованиями и нормами отраслевой нормативной документации, в том числе в соответствии с СанПиНом 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».

Если это необходимо для налогового учета, операция по утилизации должна быть отражена в бухгалтерских документах в соответствии с законодательством той страны, в которой установлено оборудование.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата	EDUM01.00.00.00.00.000-РЭ					Лист
										80
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

