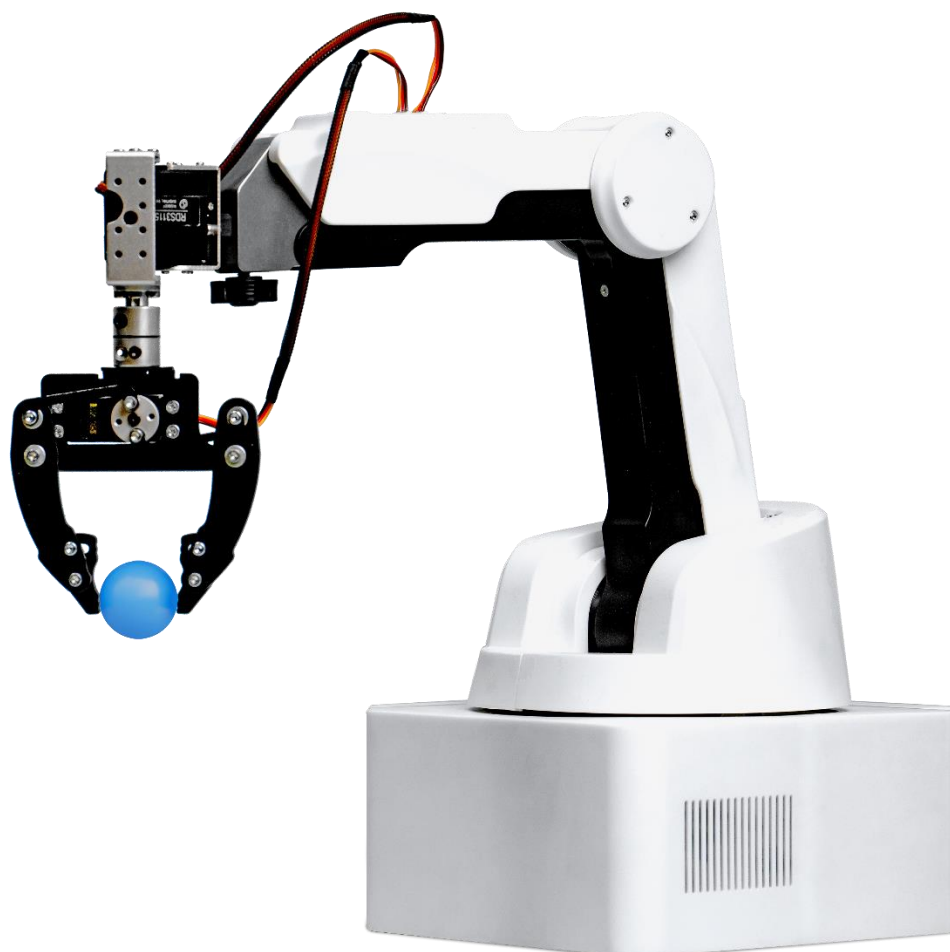


ООО «ПРОМОБОТ»

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА
PROMOBOT M EDU
(M Edu)**

Руководство по эксплуатации

ред. 31.01.2025



Информация для пользователя

Внешний вид изделия и пользовательского интерфейса может отличаться от изображений, представленных в данном документе. Компания постоянно улучшает продукт в связи с чем данное руководство периодически пересматривается и изменяется.

Содержание

1	ОПИСАНИЕ И РАБОТА	5
1.1	Описание и работа M Edu в целом	5
1.1.1	Назначение	5
1.1.2	Технические характеристики	5
1.1.3	Состав	9
1.1.4	Маркировка	12
1.1.5	Упаковка	13
1.2	Описание и работа составных частей M Edu	13
1.2.1	Манипулятор	13
1.2.2	Поворотный модуль инструмента	21
1.2.3	Пульт управления	22
1.2.4	Блок питания	22
1.2.5	Внешний блок коммутации инструмента	23
1.2.6	Модуль 3D-печати	24
1.2.7	Модуль лазерной гравировки ¹	27
1.2.8	Модуль захвата пилющих инструментов	28
1.2.9	Модуль захвата вакуумного	30
1.2.10	Модуль захвата механического	31
2	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	34
2.1	Эксплуатационные ограничения	34
2.2	Включение / выключение M Edu	35
2.2.1	Включение M Edu	35
2.2.2	Выключение M Edu	37
2.3	Использование M Edu. Работа с приложением M Edu	40
2.3.1	Главное меню приложения M Edu	41
2.3.2	Меры безопасности при использовании	84
2.3.3	Действия в экстремальных условиях	86
3	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ M EDU И ЕЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ	88
3.1	Общие указания	88
3.2	Меры безопасности	88
3.3	Порядок технического обслуживания изделия	88
4	ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	90
5	ХРАНЕНИЕ	92
6	ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	93
7	УТИЛИЗАЦИЯ	94

Определения, обозначения и сокращения

В настоящем документе применяют следующие термины с соответствующими определениями, сокращения и обозначения:

М Edu	–	Образовательная робототехническая платформа Promobot М Edu
Манипулятор, манипулятор М Edu	–	Многофункциональный настольный четырехосевой робот-манипулятор с плоскопараллельной кинематикой и обратной связью, входящий в состав М Edu
ОС	–	Операционная система
ПК	–	Персональный компьютер
ПО	–	Программное обеспечение
Приложение М Edu	–	Веб-интерфейс для настройки и управления манипулятором
ШИМ	–	Широтно-импульсная модуляция

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Описание и работа M Edu в целом

1.1.1 Назначение

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

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

1.1.2 Технические характеристики

Основные технические характеристики M Edu представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики M Edu

№	Параметр	Единица измерения	Значение
1	Грузоподъемность манипулятора, не более	г	500
2	Количество степеней свободы манипулятора	шт.	4
3	Радиус рабочей зоны манипулятора, не более	мм	385
4	Повторяемость, не хуже	мм	0,2
5	Линейная скорость точки фиксатора инструмента манипулятора, не более	мм/с	100
6	Количество выходных портов общего назначения манипулятора	шт.	5

№	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

№	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

№	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

№	Параметр	Единица измерения	Значение
44	Габаритные размеры М Edu в упаковке, ДхШхВ, не более	мм	480x350x250
Сменный модуль лазерной гравировки ²			
45	Мощность лазера модуля лазерной гравировки, не более	мВт	500
46	Длина волны лазера модуля лазерной гравировки	нм	650
47	Максимальный размер изображения для лазерной гравировки	мм	90x135
<p>¹ – При наличии в комплектации М Edu модуля лазерной гравировки количество сменных модулей инструмента в комплекте поставки увеличится до 5.</p> <p>² – При наличии в комплектации М Edu сменного модуля лазерной гравировки.</p>			

1.1.3 Состав

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

Таблица 2 – Состав М Edu

№	Наименование	Краткое описание	Количество
1	Информационный лист	Ссылка и QR-код для получения пользовательских документов и методических пособий	1 шт.
2	Манипулятор	Многофункциональный настольный четырехосевой робот-манипулятор с плоскопараллельной кинематикой и обратной связью (Рисунок 2)	1 шт.

№	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 (Рисунок 10)	1 шт.
4	Пульт управления	Проводной USB-геймпад для ручного управления M Edu (Рисунок 9)	1 шт.
5	Печатающая головка	Головка для печати PLA-филаментом; входит в комплект модуля 3D-печати (Рисунок 12)	1 шт.
6	Экструдер	Настольный блок с сервоприводом для подачи PLA-филамента в экструдер; входит в комплект модуля 3D-печати (Рисунок 12)	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 (Рисунок 14)	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.

№	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 (Рисунок 11)	1 шт.
14	Ключ коммутации питания модуля лазерной гравировки ¹	Ключ от ключ-выключателя, предназначенного для безопасной коммутации питания модуля лазерной гравировки (Рисунок 11)	2 шт.
15	Модуль захвата пирующих инструментов	Захват для пирующих инструментов диаметром до 10 мм (Рисунок 15)	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) (Рисунок 18)	1 шт.
18	Модуль захвата вакуумного	Модуль с вакуумной присоской (Рисунок 18)	1 шт.
19	Модуль захвата механического	Блок инструмента с двумя акриловыми когтями, приводимыми в движение сервоприводом (Рисунок 19)	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.			

1.1.4 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;
- дату производства;
- информацию об изготовителе;
- документы, в соответствии с которым произведена M Edu;
- информацию о сертификации.

1.1.5 Упаковка

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

Упаковка выполнена из белого гофрокартона с ручкой и ложементами (Рисунок 1). Будьте аккуратны при распаковке, чтобы не повредить упаковку – она может потребоваться для хранения и дальнейшей перевозки M Edu.

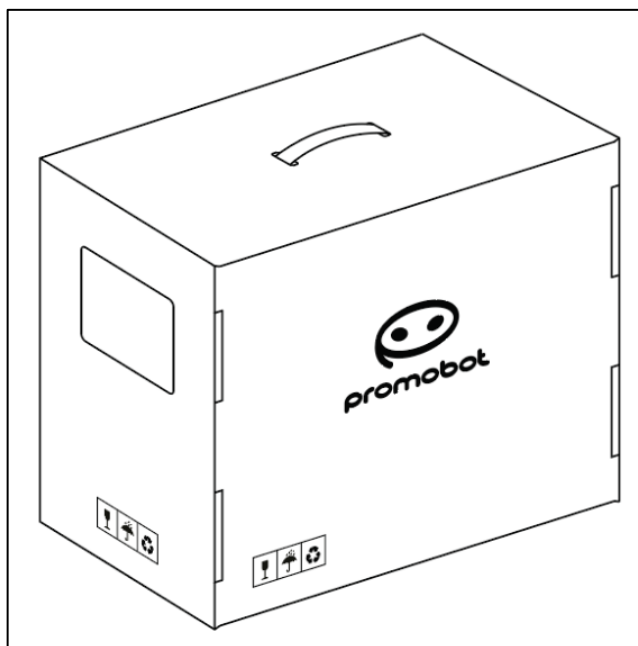


Рисунок 1 – Упаковка

1.2 Описание и работа составных частей M Edu

1.2.1 Манипулятор

В основе M Edu лежит настольный 4-х осевой манипулятор (Рисунок 2), главными компонентами которого являются:

- основание, содержащее в себе вычислительные мощности, модуль подключения внешних устройств и приводы;
- башня с разъемами подключения сменных модулей и блоком инструментов;
- полиуретановый корпус.

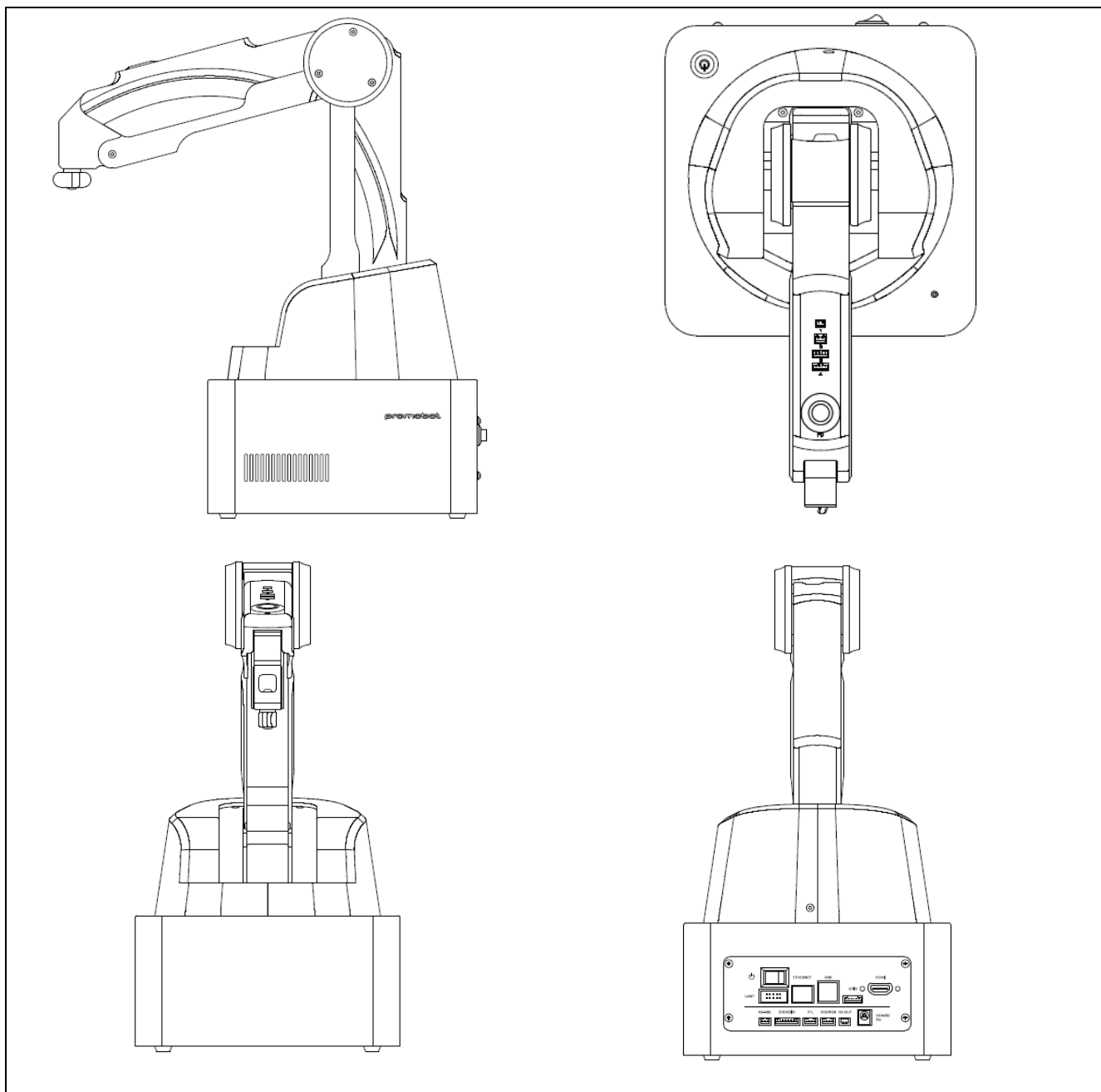


Рисунок 2 – Настольный 4-х осевой манипулятор

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.

1.2.1.1 Основание

Основание манипулятора представляет собой неразборный блок с разъемами для внешних подключений.

1.2.1.1.1 Панель разъемов для подключения внешних устройств

На основании расположена панель разъемов для подключения внешних устройств (Рисунок 3).

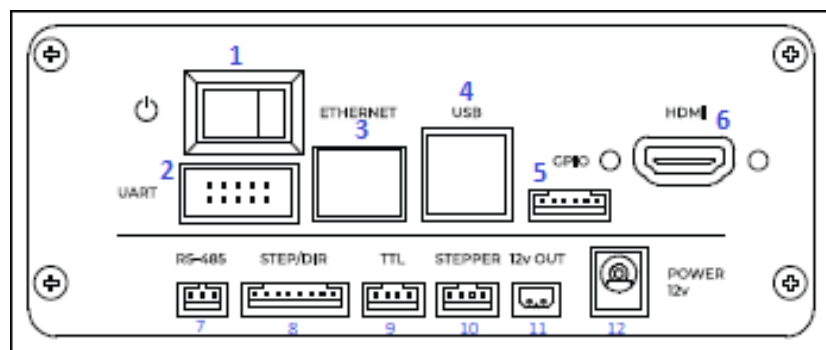


Рисунок 3 – Панель разъемов для подключения внешних устройств

На панели разъемов для подключения внешних устройств расположены:

1. Тумблер включения питания манипулятора. Положение «0» – питание манипулятора выключено, положение «|» – питание манипулятора включено.
2. Разъем UART – предназначен для подключения внешнего оборудования по последовательному интерфейсу UART.
3. Разъем ETHERNET – предназначен для подключения манипулятора к персональному компьютеру.
4. Разъемы USB – предназначены для подключения элементов управления манипулятором (компьютерная мышь, клавиатура, пульт управления).
5. Разъем GPIO – предназначен для подключения внешних датчиков и исполнительных механизмов.
6. Разъем HDMI – предназначен для подключения внешнего монитора.
7. Разъем RS-485 – предназначен для подключения внешнего оборудования по последовательному интерфейсу RS-485.
8. Разъем STEP/DIR – предназначен для прямого управления драйверами шаговых двигателей по интерфейсу STEP/DIR.

9. Разъем TTL – предназначен для подключения сервопривода с интерфейсом TTL.
10. Разъем STEPPER – предназначен для подключения шагового двигателя.
11. Разъем 12V OUT – предназначен для питания внешнего оборудования.
12. Разъем POWER 12V – предназначен для подключения блока питания манипулятора.

1.2.1.1.2 Светодиодный экран, встроенные динамик и микрофон

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

1.2.1.1.3 Одноплатный компьютер Raspberry Pi 5

В качестве основного вычислительного модуля в M Edu используется одноплатный компьютер Raspberry Pi 5 (Рисунок 4) 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. Управление периферийными системами M Edu осуществляется через встроенный микроконтроллер STM32.

Для выполнения всех функций M Edu достаточно подключить к манипулятору монитор (через интерфейс HDMI) и элементы управления (компьютерная мышь, клавиатура – через интерфейсы 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.

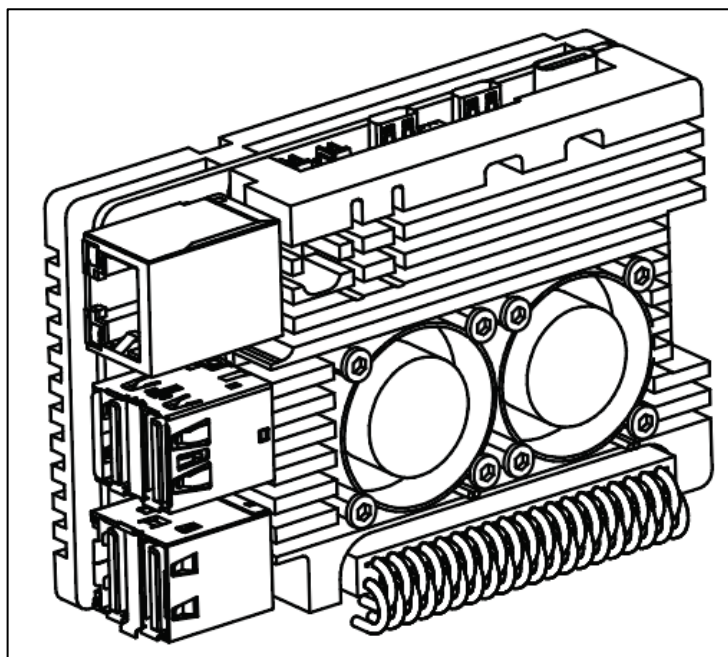


Рисунок 4 – Одноплатный компьютер Raspberry Pi 5

1.2.1.2 Башня

На башне закреплены плечо и стрела манипулятора (Рисунок 5). Движение стрелы и плеча обеспечивается тремя узлами поворота. Приведение в движение узлов осуществляется шаговыми двигателями через ременные передачи. Положение узлов отслеживается с помощью энкодеров и концевых выключателей.

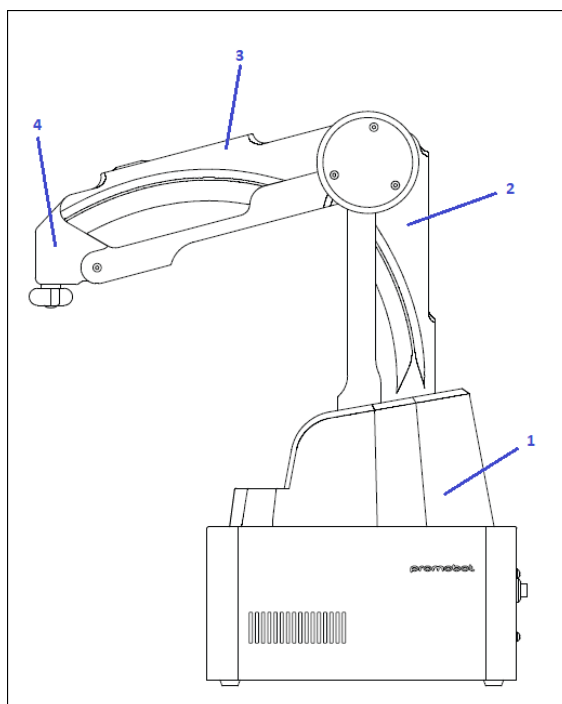


Рисунок 5 – Манипулятор, где 1 – башня; 2 – плечо; 3 – стрела; 4 – блок инструмента

На стреле расположен блок инструмента (Рисунок 5) и панель разъемов для подключения сменных модулей с кнопкой Freedrive (Рисунок 6).

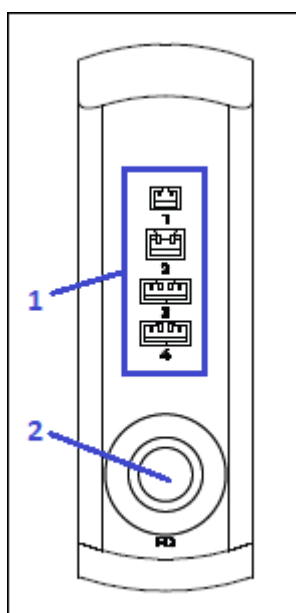


Рисунок 6 – Стрела (вид сверху), где: 1 – панель разъемов для подключения сменных модулей; 2 – кнопка Freedrive

На панели разъемов для подключения сменных модулей расположены:

1. Разъем TEMP – предназначен для подключения датчика температуры печатающей головки.

2. Разъем FAN – предназначен для подключения вентилятора печатающей головки.
3. Разъем GP3 – предназначен для подключения поворотного модуля инструмента.
4. Разъем GP4 – предназначен для подключения привода модуля захвата механического и модуля лазерной гравировки.

1.2.1.3 Порядок расположения контактов («распиновка разъемов»)

Порядок расположения контактов («распиновка разъемов») описан в таблице .

Примечание

- 1 Первый контакт для каждого разъема находится СЛЕВА!
- 2 Прочерк в наименовании контакта – контакт в текущей ревизии не используется.

Таблица 3 – Порядок расположения контактов («распиновка») панели разъемов для подключения сменных модулей

Разъем	Название ответного разъема на кабель	Номер контакта	Наименование контакта	Тип контакта	Параметры сигнала
TEMP	PHR-2 производитель JST	1	GND	Земля	-
		2	Температура	Вход	Допустимое напряжение: 0...5,5 В
FAN	XHP-2 производитель JST	1	Управляемая земля	Выход	Максимальный ток: 1 А
		2	12 В	Выход	Максимальный ток: 1 А
GP3	PHR-4 производитель JST	1	TTL/PWM	Интерфейсный порт/Выход ШИМ	Допустимое напряжение: 0...5,5 В Максимальный ток: 20 мА
		2	АЦП	Вход	Допустимое напряжение: 0...5,5 В

Разъем	Название ответного разъема на кабель	Номер контакта	Наименование контакта	Тип контакта	Параметры сигнала
		3	5 В	Выход	Максимальный ток: 1 А
		4	GND	Земля	-
GP4	PHR-4 производитель JST	1	TTL/PWM	Интерфейсный порт/Выход ШИМ	Допустимое напряжение: 0...5,5 В Максимальный ток: 20 мА
		2	АЦП	Вход	Допустимое напряжение: 0...5,5 В
		3	5 В	Выход	Максимальный ток: 1 А
		4	GND	Земля	-

1.2.1.4 Полиуретановый корпус

На корпусе основания находится не фиксируемая кнопка включения/выключения манипулятора (Рисунок 7). При поданном питании нажатие на кнопку вызывает включение M Edu; при включенном состоянии нажатие на кнопку запускает процесс выключения M Edu.

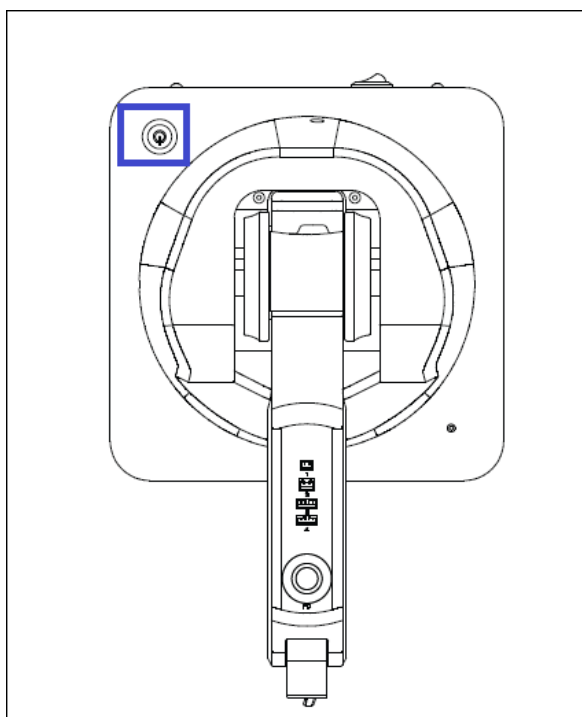


Рисунок 7 – Манипулятор (вид сверху)

1.2.2 Поворотный модуль инструмента

В поворотном модуле инструмента располагается четвертый узел поворота манипулятора.

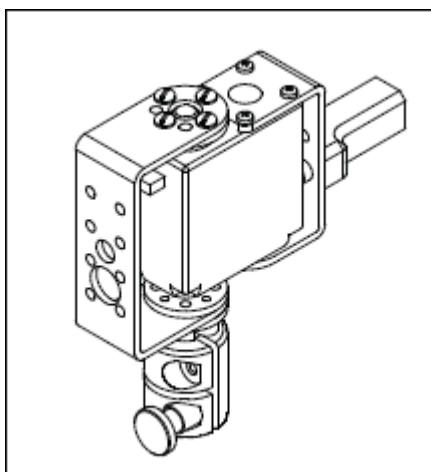


Рисунок 8 – Поворотный модуль инструмента

Поворотный модуль инструмента устанавливается фиксатором инструмента в гнездо фиксатора блока инструмента и закрепляется прижимным винтом блока инструмента. Провода подключаются к разъему 3 на панели разъемов для подключения сменных модулей (Рисунок 6).

В н и м а н и е! Все монтажные работы допускается производить только на обесточенном оборудовании. Подключение/отключение сменных модулей при включенном манипуляторе может привести к выходу оборудования из строя.

Через поворотный модуль инструмента подключаются захваты механический и вакуумный.

1.2.3 Пульт управления

Пульт управления (Рисунок 9) представляет собой игровой пульт с кнопками и аналоговым стиком, подключаемый по интерфейсу USB через разъем на панели разъемов для подключения внешних устройств (Рисунок 3).

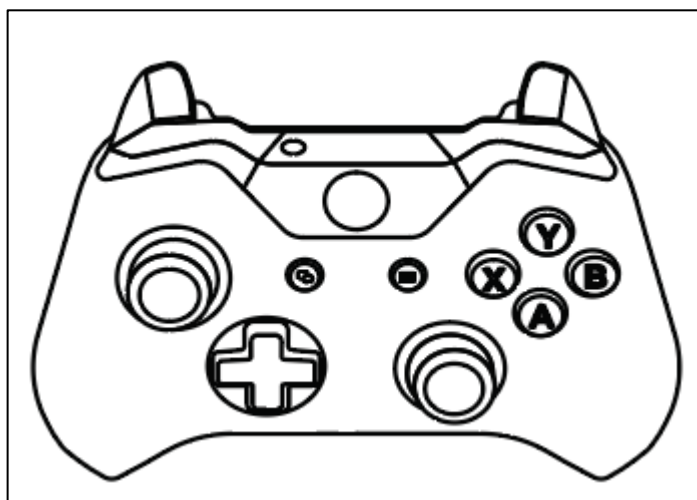


Рисунок 9 – Пульт управления

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.

1.2.4 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 10).

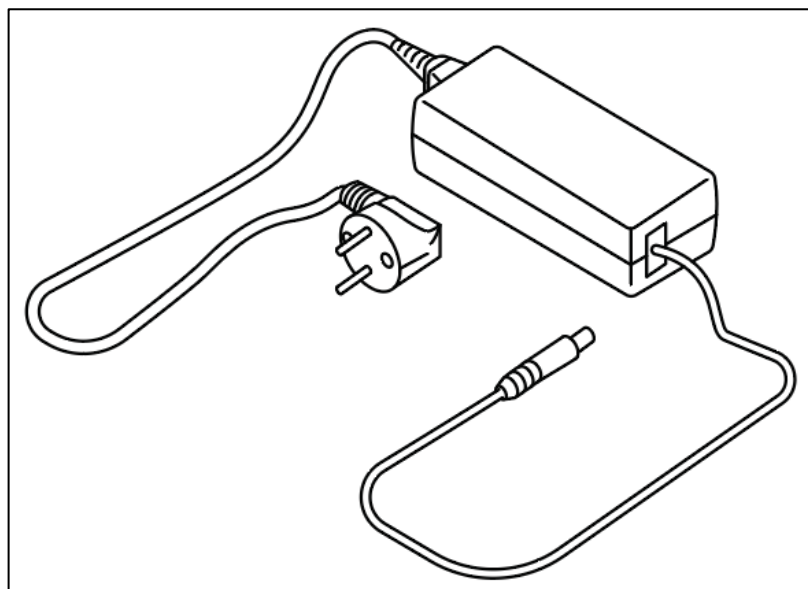


Рисунок 10 – Блок питания

Блок питания подключается к M Edu через разъем питания POWER 12V на панели разъемов для подключения внешних устройств (Рисунок 3).

В н и м а н и е!

3 Подключение блока питания к M Edu разрешается только при установке в положение «0» тумблера включения питания манипулятора.

4 Запрещается использование M Edu при повреждении элементов корпуса и кабелей блока питания.

1.2.5 Внешний блок коммутации инструмента

Внешний блок коммутации инструмента (Рисунок 11) предназначен для:

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

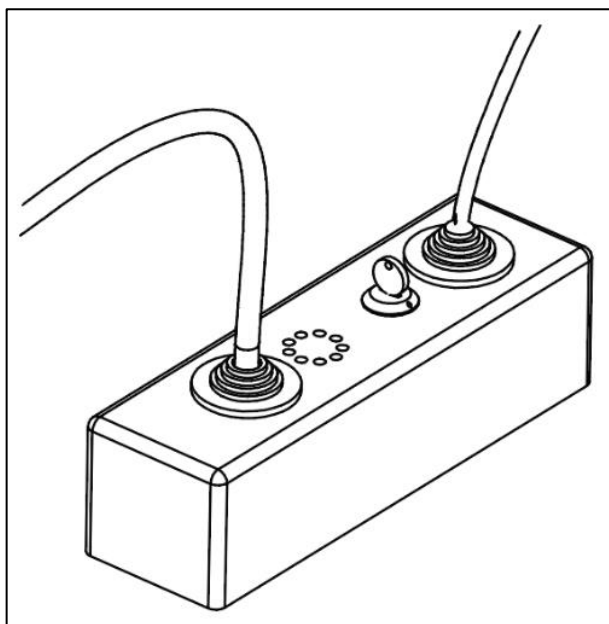


Рисунок 11 – Внешний блок коммутации инструмента

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 для подключения внешних устройств (Рисунок 3).

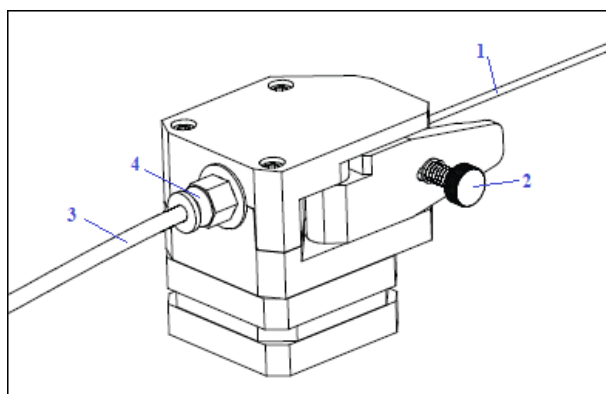
При использовании совместно с модулем лазерной гравировки¹ требуется подключить блок коммутации инструмента к разъему логического интерфейса TTL на панели разъемов для подключения внешних устройств.

1.2.6 Модуль 3D-печати

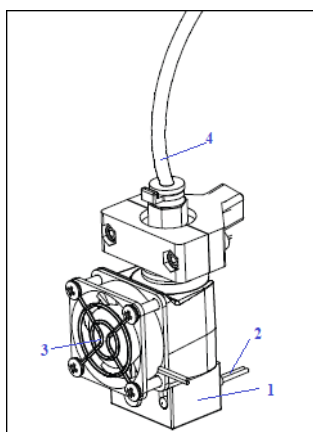
Модуль 3D-печати предназначен для печати 3D-объектов PLA-филаментом.

В состав модуля входят экструдер (блок подачи PLA-филамента) и печатающая головка (Рисунок 12), тефлоновая трубка для подачи PLA-филамента, держатель для катушки с PLA-филаментом (Рисунок 13) и защитное стекло. Для осуществления тестовой печати в комплект также входят 10 метров PLA-филамента.

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



а)



б)

Рисунок 12 – 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

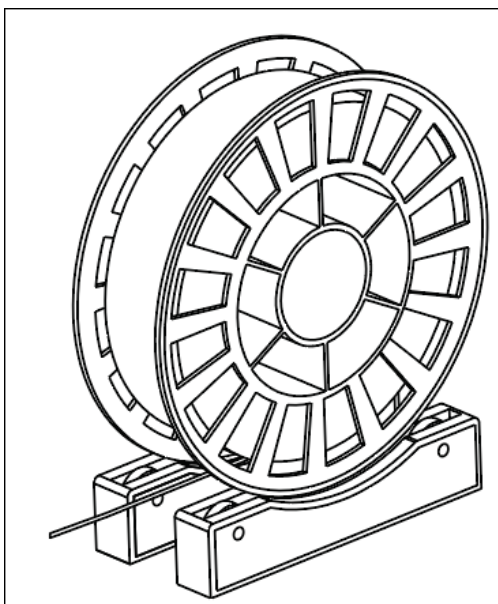


Рисунок 13 – Держатель и катушка с PLA-филаментом

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 на панели разъемов для подключения внешних устройств (Рисунок 3), датчик температуры и вентилятор печатающей головки подключается соответственно к разъемам 1 и 2 на панели разъемов для подключения сменных модулей (Рисунок 6), экструдер подключается к разъему шагового двигателя STEPPER на панели разъемов для подключения внешних устройств (Рисунок 3).

В н и м а н и е! Все монтажные работы допускается производить только на обесточенном оборудовании. Подключение/отключение сменных модулей при включенном манипуляторе может привести к выходу оборудования из строя.

Перед использованием нить PLA-филамента необходимо заправить в экструдер, для этого:

1. Присоедините короткую тефлоновую трубку к экструдеру со стороны прижимного винта.
2. Присоедините с помощью фитинговых держателей длинную тефлоновую трубку с одной стороны к печатающей головке, с другой стороны к экструдеру.

Примечание – Первые два действия необходимо выполнить только перед первым использованием, в дальнейшем экструдер и печатающую головку можно хранить в сборе с тефлоновой трубкой.

3. Установите катушку PLA-филамента с держателем на стол (при наличии);
4. Заправьте нить PLA-филамента в тефлоновую трубку от экструдера до печатающей головки, отжимая при этом прижимной винт.
5. Расположите защитное стекло на поверхности стола в 10 см от корпуса манипулятора в направлении стрелы и закрепите его бумажным скотчем к столу. В центр стекла наклейте бумажный скотч 10x10 см для того, чтобы при печати 3D объект не приклеился к стеклу.
6. Расположите экструдер и держатель катушки PLA-филамента на расстоянии не менее 0,5 м относительно центральной вертикальной оси манипулятора.

1.2.7 Модуль лазерной гравировки¹

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

Внимание! 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 14) и защитные очки. Для обеспечения работы модуль подключается через блок коммутации инструмента (Рисунок 11). Для обеспечения безопасной работы питание модуля управляется через ключ-выключатель (см. раздел 1.2.5).

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

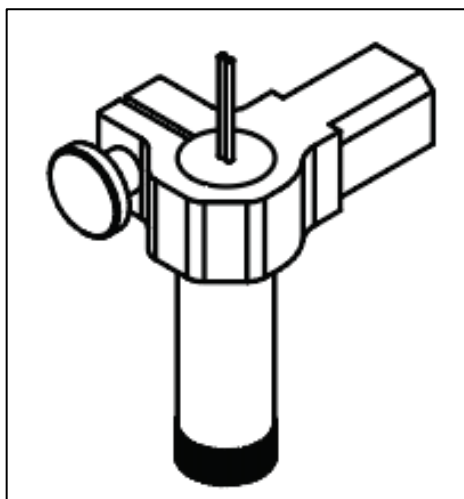


Рисунок 14 – Лазерная головка с фиксатором инструмента

Перед началом работы лазерная головка устанавливается фиксатором инструмента в гнездо фиксатора блока инструмента и закрепляется прижимным винтом блока инструмента, провод подключается к разъему 4 на панели разъемов для подключения сменных модулей (Рисунок 6).

В н и м а н и е! Все монтажные работы допускается производить только на обесточенном оборудовании. Подключение/отключение сменных модулей при включенном манипуляторе может привести к выходу оборудования из строя.

Расположите блок коммутации инструмента на расстоянии не менее 0,5 м относительно центральной вертикальной оси манипулятора.

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».

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.

1.2.8 Модуль захвата пишущих инструментов

Модуль захвата пишущих инструментов (Рисунок 15) предназначен для нанесения надписей пишущими инструментами диаметром до 10 мм на плоские поверхности, совместимые с конкретным пишущим инструментом.

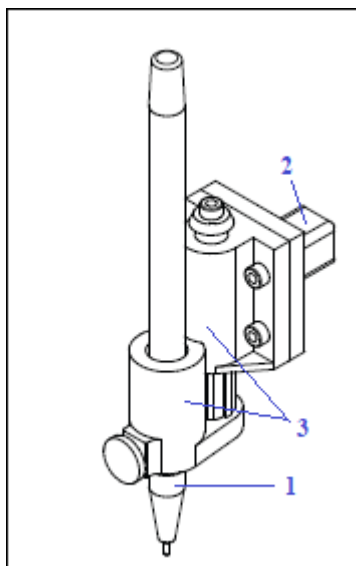


Рисунок 15 – Модуль захвата пишущих инструментов, где 1 – пишущий инструмент; 2 – держатель захвата пишущих инструментов; 3 – захват пишущих инструментов

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 16).

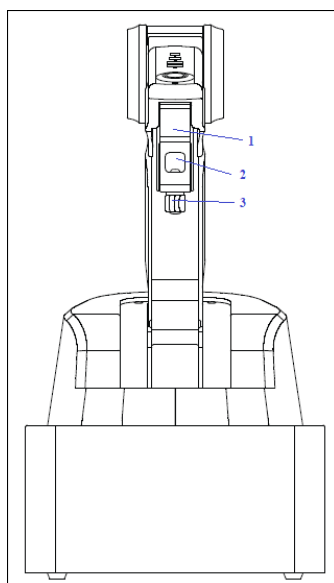


Рисунок 16 – Манипулятор (вид спереди), где 1 – блок инструмента; 2 – гнездо фиксатора блока инструмента; 3 – прижимной винт

Внутри захвата пишущего 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 пишущий 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.

1.2.9 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 17) и вакуумного насоса (расположен в блоке коммутации инструмента (Рисунок 11)).

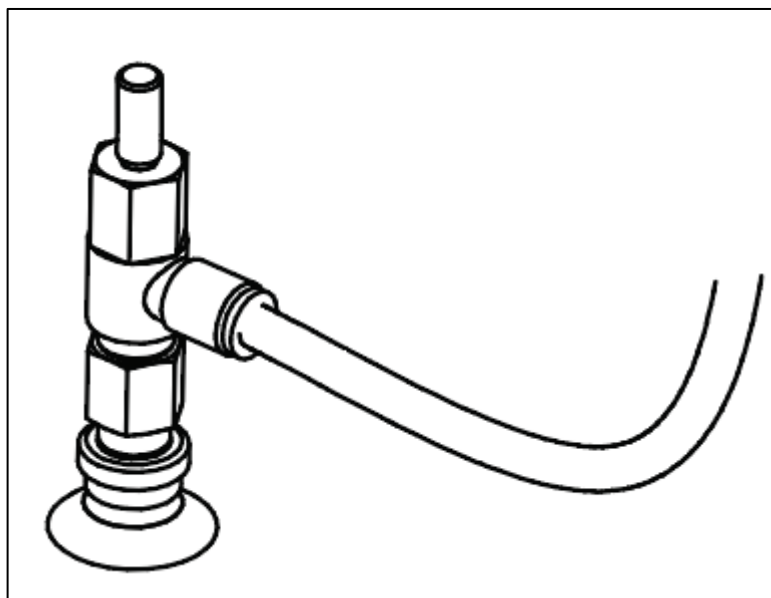


Рисунок 17 – Присоска вакуумного захвата

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 18).

- Присоедините, с помощью фитинговых держателей, полиуретановую трубку для компрессора: один конец к присоске (Рисунок 18), другой к блоку коммутации инструмента (Рисунок 11).

Примечание – Это действие необходимо выполнить только перед первым использованием, в дальнейшем блок коммутации можно хранить в сборе с полиуретановой трубкой.

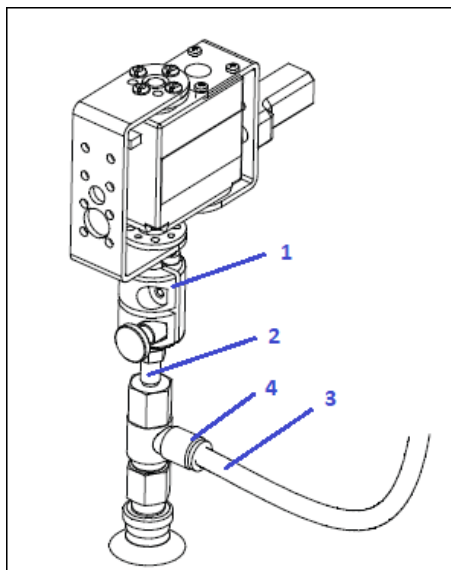


Рисунок 18 – Поворотный модуль инструмента с присоской вакуумного захвата, где 1 – муфта поворотного модуля инструмента; 2 – хвостовик присоски; 3 – полиуретановая трубка для компрессора; 4 – фитинговый держатель

- Поворотный модуль инструмента установите в гнездо фиксатора блока инструмента и закрепите прижимным винтом (Рисунок 16) (см. раздел 1.2.1).
- Подключите блок коммутации инструмента к манипулятору (см. раздел 1.2.5).

Внимание! Все монтажные работы допускается производить только на обесточенном оборудовании. Подключение/отключение сменных модулей при включенном манипуляторе может привести к выходу оборудования из строя.

- Расположите блок коммутации инструмента на расстоянии не менее 0,5 м относительно центральной вертикальной оси манипулятора.

1.2.10 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 19).

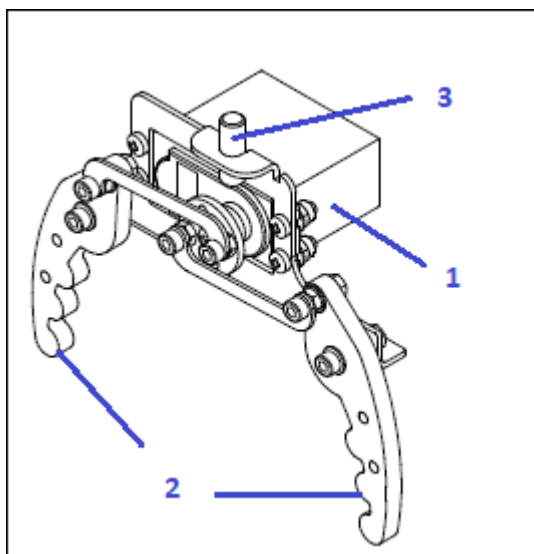


Рисунок 19 – Модуль захвата механического, где 1 – привода механического захвата, 2 – когти, 3 – хвостовик

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 20).

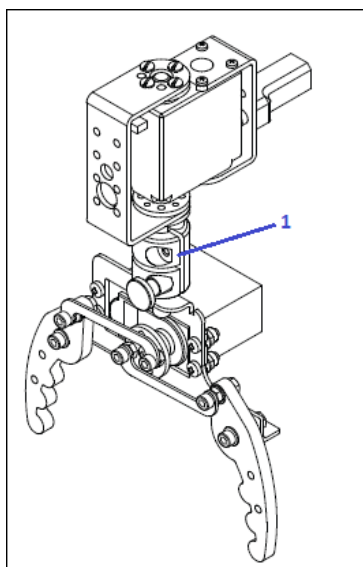


Рисунок 20 – Поворотный модуль инструмента с модулем захвата механического, где 1 – муфта поворотного модуля

- Поворотный модуль инструмента установите в гнездо фиксатора блока инструмента и закрепите прижимным винтом (Рисунок 16) (см. раздел 1.2.1).
- Привод модуля захвата механического подключается к разъему 4 на панели разъемов верхнего плеча (Рисунок 6).

В н и м а н и е! Все монтажные работы допускается производить только на обесточенном оборудовании. Подключение/отключение сменных модулей при включенном манипуляторе может привести к выходу оборудования из строя.

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.

2.2 Включение / выключение M Edu

2.2.1 Включение M Edu

Для подготовки M Edu к использованию выполните следующие действия:

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 (см. раздел 1.2).
4. Выберите подходящий способ подключения:
 - 1) Подключите к манипулятору монитор (через разъем мультимедийного интерфейса HDMI) и элементы управления (через разъемы шины USB):
 - Подключите блок питания манипулятора к разъему питания POWER 12V.
 - Подключите блок питания к бытовой сети 230 В 50 Гц.
 - Переведите тумблер включения питания манипулятора в положение «|».
 - На мониторе отобразится загрузка ubuntu в течение 1,5 минут.
 - Перед включением манипулятора прозвучит голосовое сообщение «Система запущена. Внимание начинается процесс калибровки. Будьте осторожны, не касайтесь манипулятора и убедитесь, что посторонние предметы не мешают движению устройства». Запустится калибровка: манипулятор должен сначала поднять стрелу вверх, затем совершить повороты влево вправо и остановиться в исходном положении (Рисунок 21).

Примечания

- 1 Исходное положение манипулятора (или нулевое положение) – это стартовая позиция при его включении.
- 2 При дальнейшем использовании, при некорректной работе системы манипулятора, он возвращается в исходное положение, затем повторяет операцию. Это помогает манипулятору всегда иметь точку отсчета для работы.

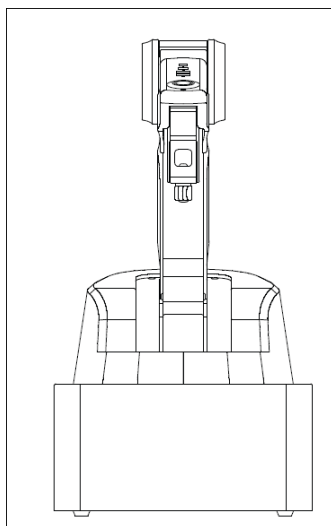


Рисунок 21 – Исходное положение манипулятора

- Дождитесь загрузки рабочего стола.
- Откройте веб-браузер Chromium на рабочем столе.
- Откройте приложение M Edu кнопкой «Medu» (Рисунок 22).

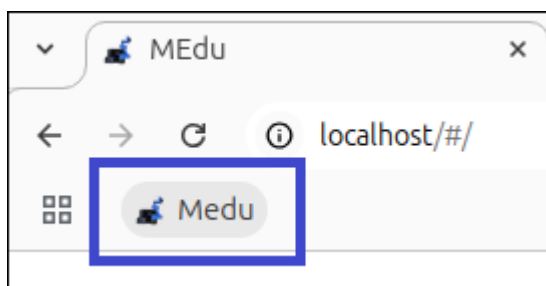


Рисунок 22 – Кнопка «Medu»

- Нажмите кнопку «Действия» – «Подключиться» (Рисунок 23).

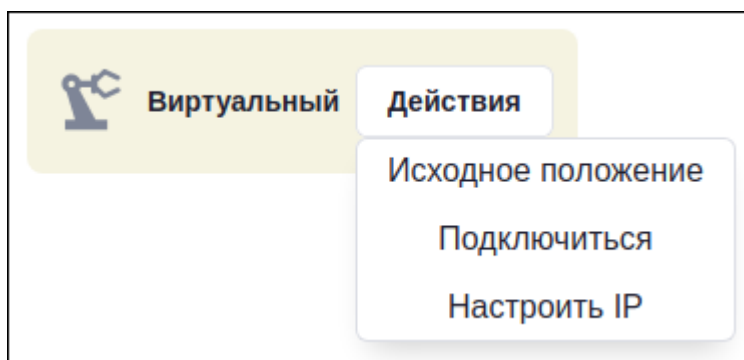


Рисунок 23 – Кнопка «Действия»

- Статус подключения к манипулятору изменится на «Подключен» (Рисунок 24). Манипулятор готов к работе.

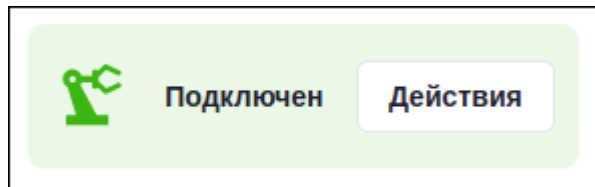


Рисунок 24 – Статус подключения к манипулятору

2) Подключите к манипулятору ПК через шнур сетевого интерфейса ETHERNET:

- Подключите блок питания манипулятора к разъему питания POWER 12V.
- Подключите блок питания к бытовой сети 230 В 50 Гц.
- Переведите тумблер включения питания манипулятора в положение «|».
- В течение 1,5 минут перед включением манипулятора прозвучит голосовое сообщение «Система запущена. Внимание начинается процесс калибровки. Будьте осторожны, не касайтесь манипулятора и убедитесь, что посторонние предметы не мешают движению устройства». Запустится калибровка: манипулятор должен сначала поднять стрелу вверх, затем совершить повороты влево вправо и остановиться в исходном положении (Рисунок 21).
- На ПК откройте веб-браузер Chrome, если используете ОС Windows; откройте Chromium, если используете ОС Linux
- В адресной строке введите ip-адрес манипулятора «10.5.0.2». Отобразится веб-интерфейс приложения M Edu.
- Нажмите кнопку «Действия» – «Подключиться» (Рисунок 23).
- Статус подключения к манипулятору изменится на «Подключен» (Рисунок 24). Манипулятор готов к работе.

2.2.2 Выключение M Edu

В н и м а н и е ! При выключении манипулятора стрелу необходимо придерживать рукой либо перед командой выключения требуется опустить стрелу на стол в режиме Free Drive.

2.2.2.1 Режим Free Drive

Для перехода в режим Free Drive выполните следующие действия:

- В приложении M Edu нажмите кнопку «Действия» – «Режим Freedrive» (Рисунок 25).

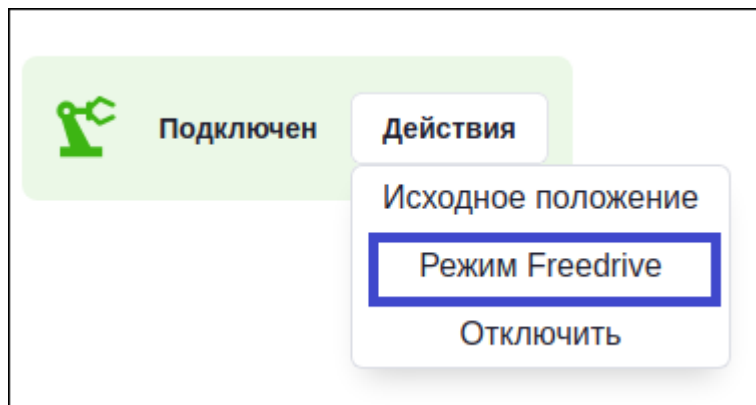


Рисунок 25 – «Режим Freedrive»

- Отобразится уведомление «Переход в режим Freedrive» (Рисунок 26).

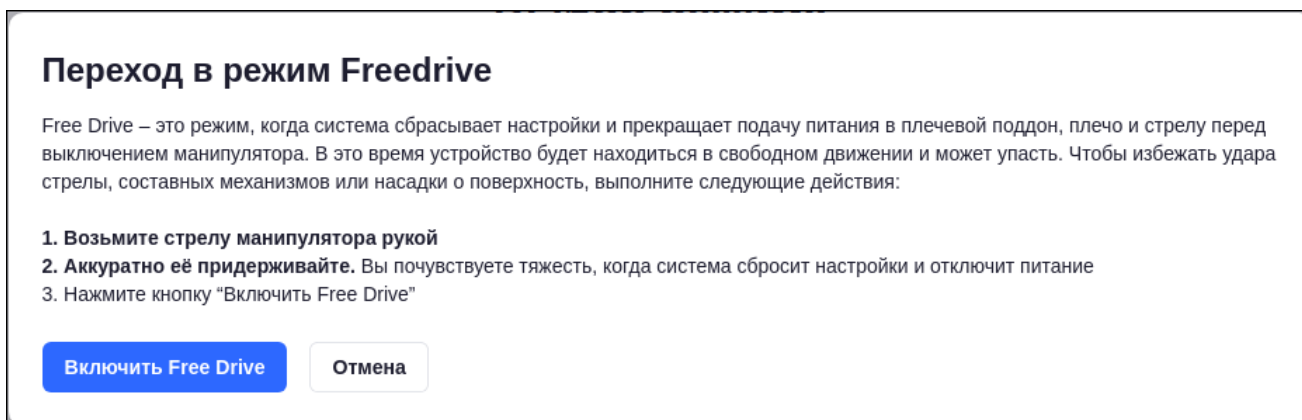


Рисунок 26 – Уведомление «Переход в режим Freedrive»

- Следуя инструкции в уведомлении, опустите стрелу манипулятора на стол.
- Выполните команду отключения системы приведенными ниже способами 1 или 2.

2.2.2.2 Способы выключения

Исходя из выбранного ранее способа подключения M Edu, способы отключения манипулятора будут отличаться.

Отключение манипулятора с монитором и элементами управления

Способ 1:

1. На экране монитора в правом верхнем углу нажмите кнопку выключения [1], затем нажмите кнопку выключения [2], затем «Power Off» [3] (Рисунок 27).

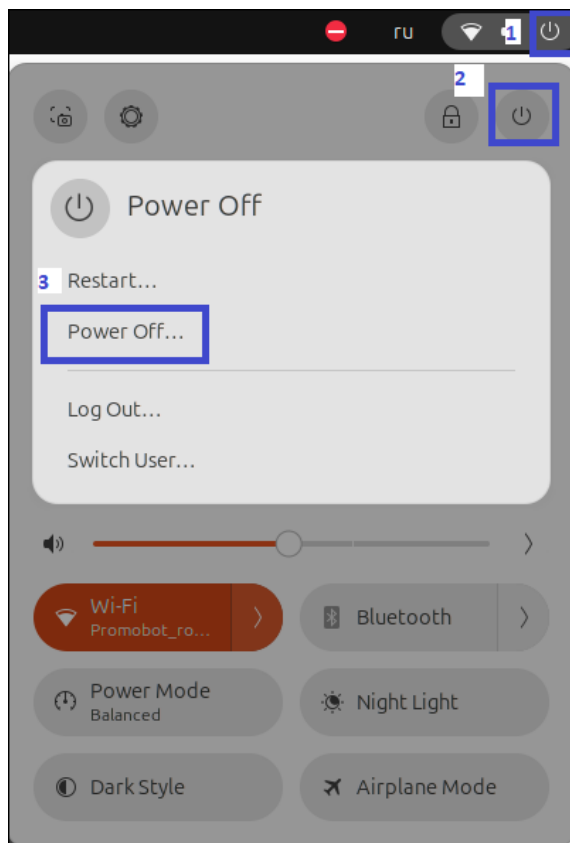


Рисунок 27 – Команда выключения

2. Отобразится уведомление команды Power Off (Рисунок 28).

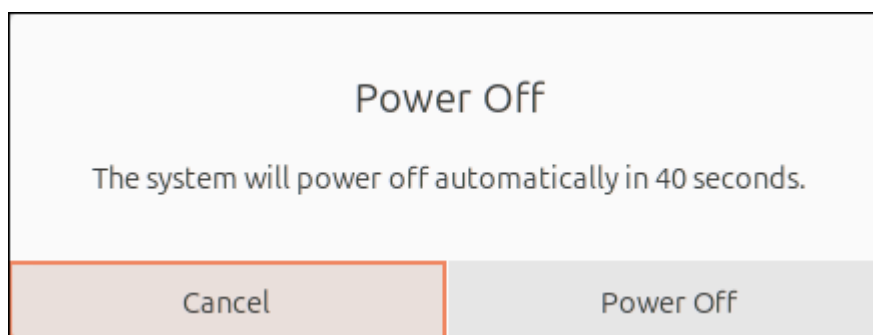


Рисунок 28 – Уведомление команды Power Off

3. Прозвучит голосовое сообщение: «Я начал подготовку к выключению. Убедитесь, что стрела манипулятора находится на столе. Сделать это можно

через режим Freedrive. Если стрела поднята, придержите ее для избежания падения».

4. Нажмите «Power Off» или система отключится автоматически через 50 секунд (стрелу манипулятора при этом необходимо придерживать рукой, если она не опущена на стол в режим Freedrive).
5. Нажмите «Cancel» для прерывания процесса отключения.
6. Переведите тумблер включения питания манипулятора в положение «0».

Способ 2:

1. Нажмите кнопку включения/выключения манипулятора на корпусе (Рисунок 7).
2. Отобразится уведомление команды Power Off (Рисунок 28).
3. Далее следуйте п. 3, описанному в способе 1.

П р и м е ч а н и е – Если при выключении тумблер включения питания манипулятора остался в положение «|», то для запуска системы достаточно нажать кнопку включения/выключения на корпусе манипулятора (Рисунок 7).

Отключение манипулятора с подключенным ПК

- Нажмите кнопку включения/выключения манипулятора на корпусе (Рисунок 7).
- Прозвучит голосовое сообщение: «Я начал подготовку к выключению. Убедитесь, что стрела манипулятора находится на столе. Сделать это можно через режим Freedrive. Если стрела поднята, придержите ее для избежания падения».
- Система отключится автоматически через 50 секунд (стрелу манипулятора при этом необходимо придерживать рукой, если она не опущена на стол в режим Freedrive).

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 29) 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.

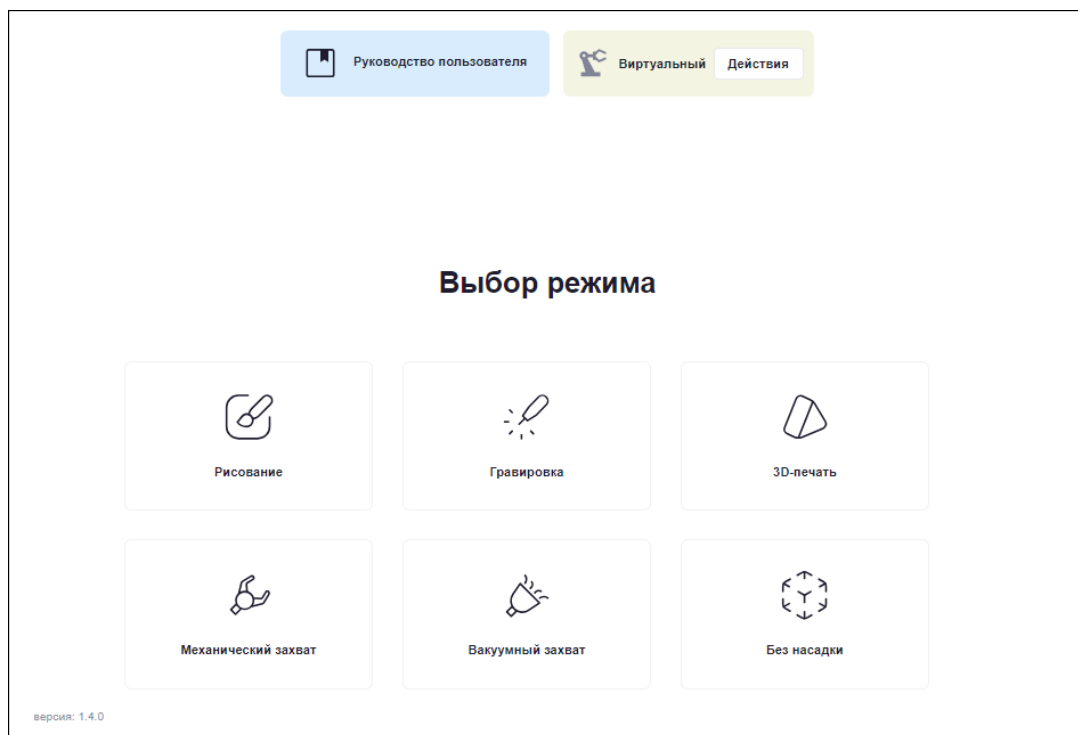


Рисунок 29 – Главное меню приложения M Edu

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 30);

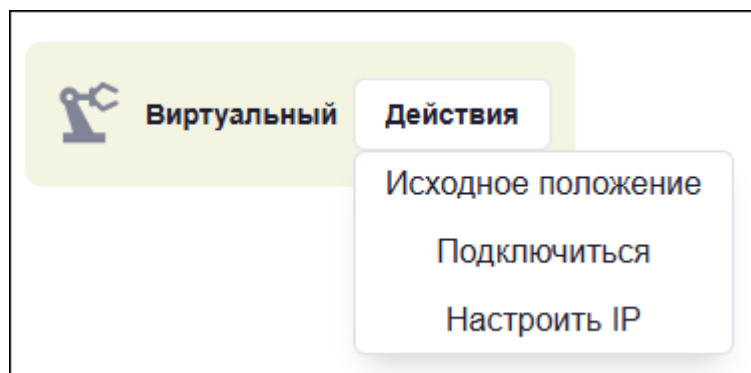


Рисунок 30 – Контекстное меню действий манипулятора

- 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 31). Нажмите кнопку «Повторить» для повторного подключения после проверки либо «Отмена» для закрытия уведомления.

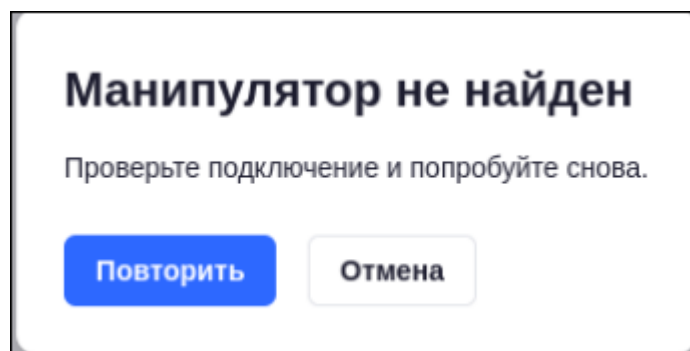


Рисунок 31 – Уведомление

2.3.1.2 Режим «Рисование»

Для управления манипулятором в режиме «Рисование» сначала установите захват пишущих инструментов (см. раздел 1.2.8).

Проверьте подключение к манипулятору (см. раздел 2.2).

Для запуска режима «Рисование» нажмите кнопку «Рисование» в главном меню приложения M Edu. Отобразится форма для выбора способа настройки манипулятора (Рисунок 32):

- «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.

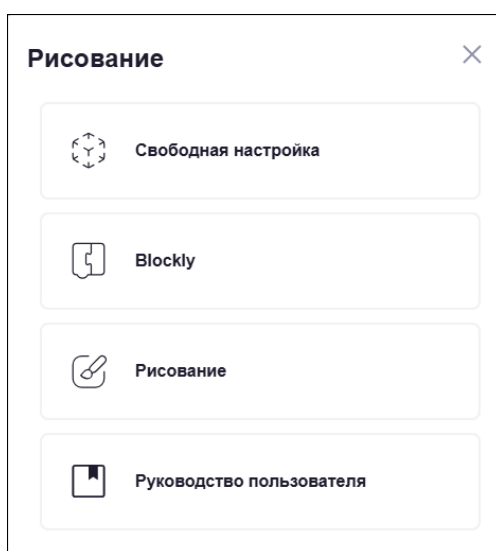


Рисунок 32 – Форма выбора способов настройки манипулятора

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 33):

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

3. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).

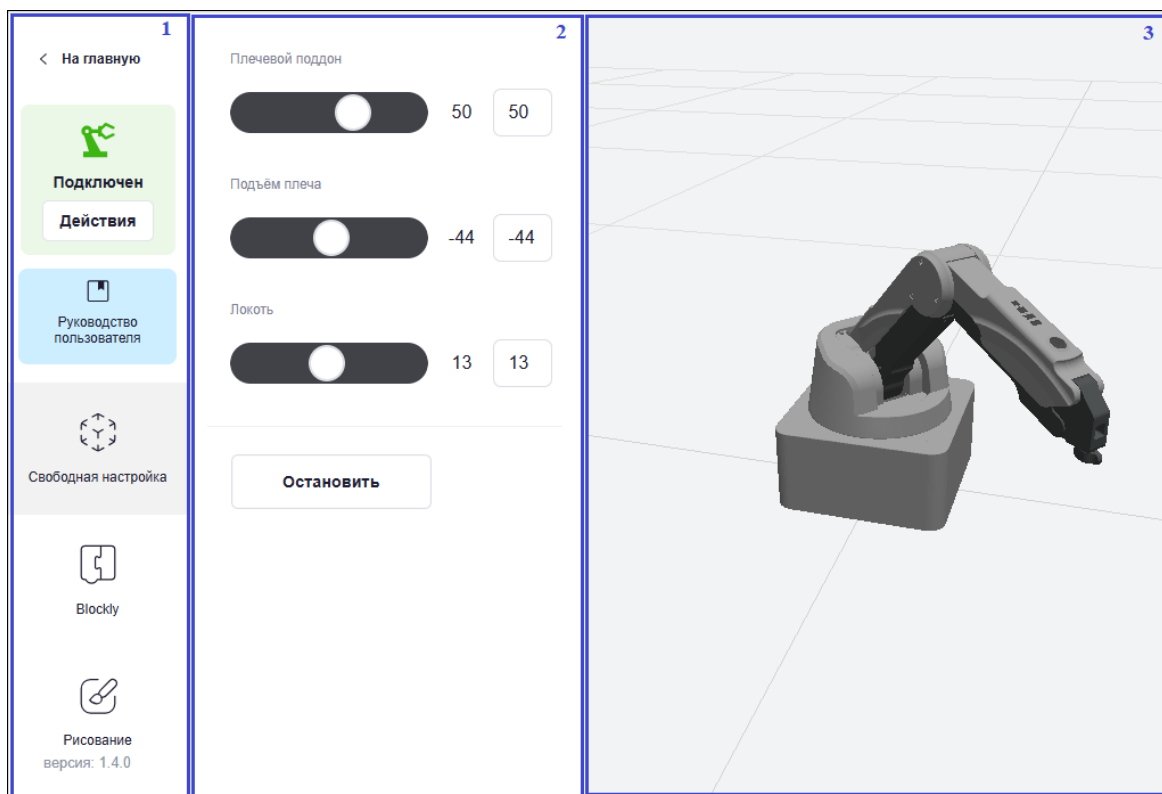


Рисунок 33 – Панель управления манипулятором способом настройки «Свободная настройка»

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».

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 34):

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

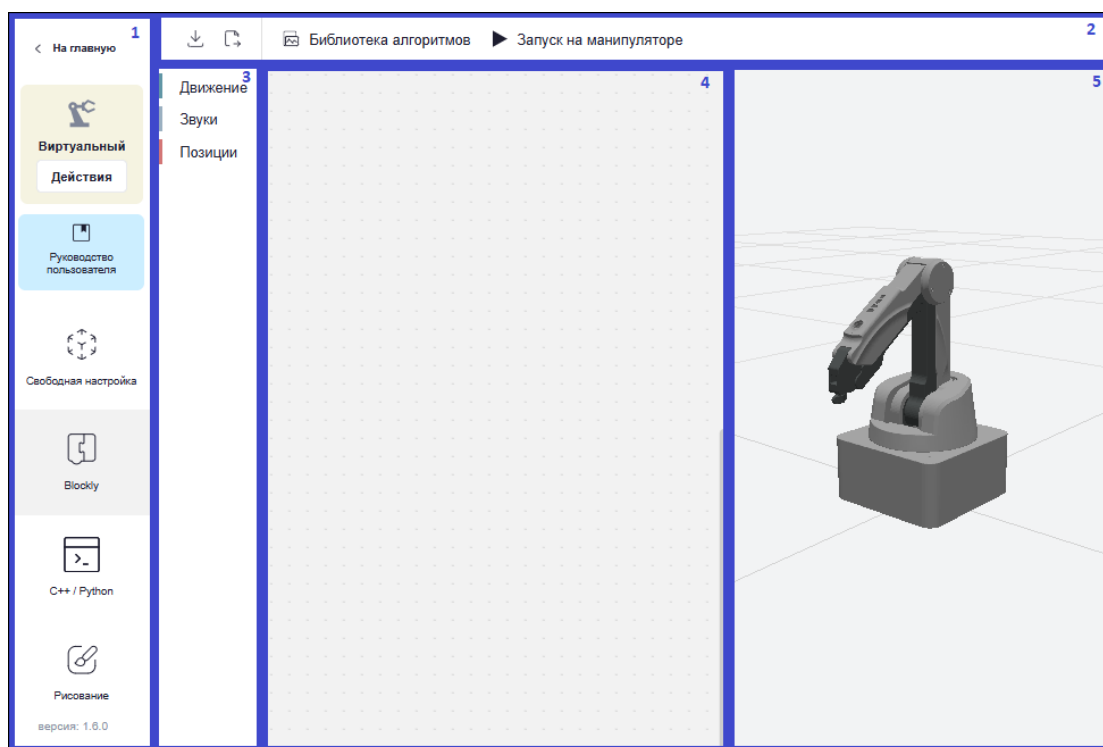


Рисунок 34 – Панель управления манипулятором способом настройки «Blockly»

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

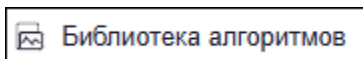
Кнопки быстрого действия:



– скачать алгоритм программы в текстовом формате

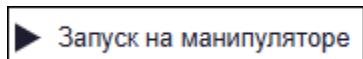


– загрузить алгоритм программы в текстовом формате



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 35):
 - 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.

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

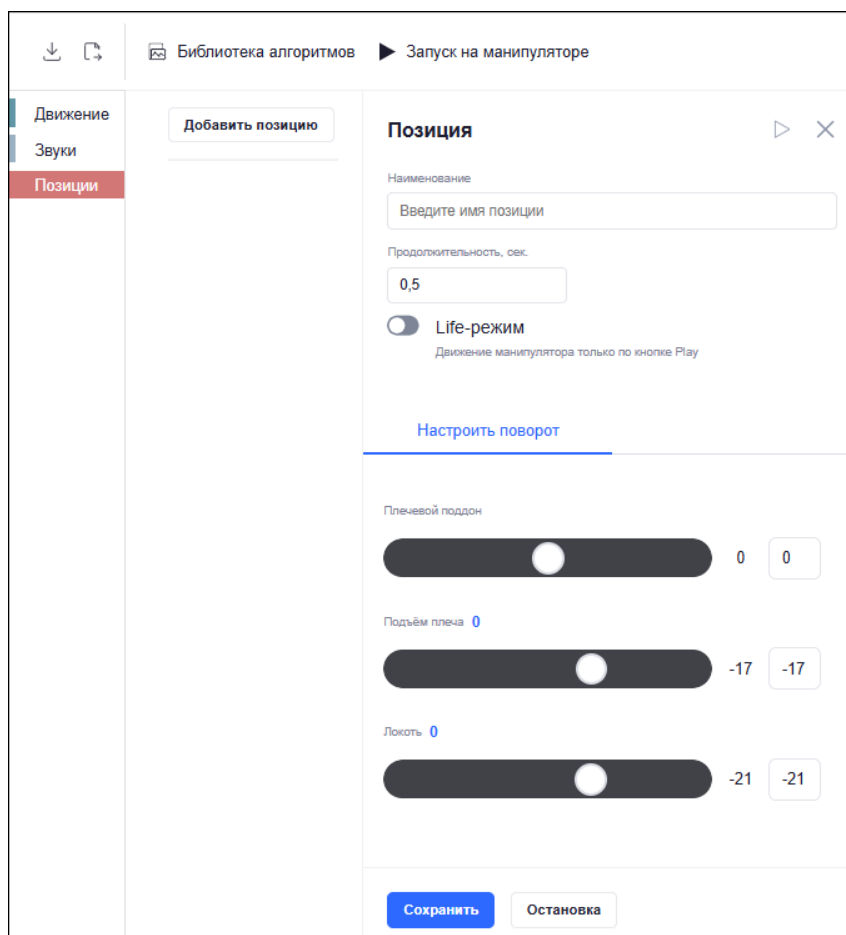


Рисунок 35 – Раздел «Позиции»

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 36):

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

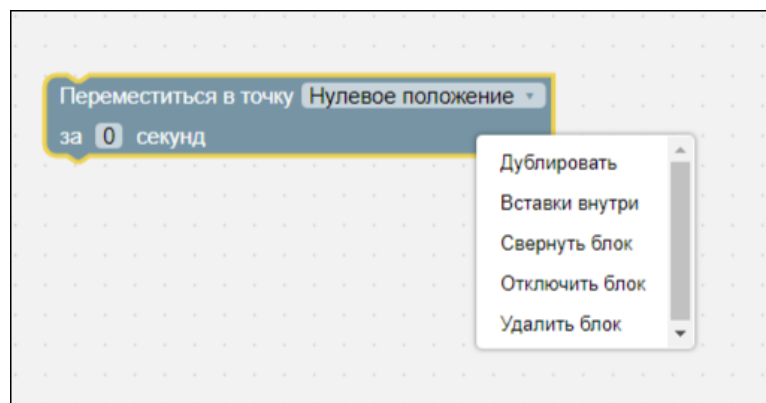


Рисунок 36 – Контекстное меню блок-команды

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 37). Выберите изображение и нажмите кнопку «Выбрать» либо закройте форму, нажав кнопку «Заккрыть».

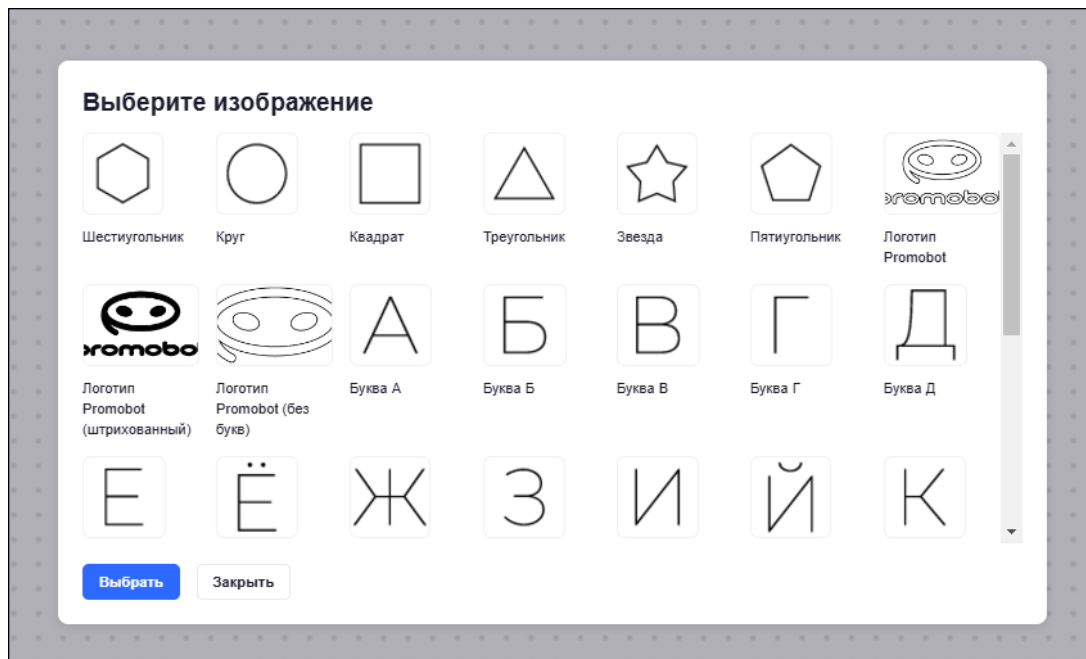



Рисунок 37 – Библиотека рисунков

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 модуль лазерной гравировки (см. раздел 1.2.8).

Проверьте подключение к манипулятору (см. раздел 2.2).

Для запуска режима «Гравировка» нажмите кнопку «Гравировка» в главном меню приложения M Edu. Отобразится уведомление «Техника безопасности» (Рисунок 38).

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

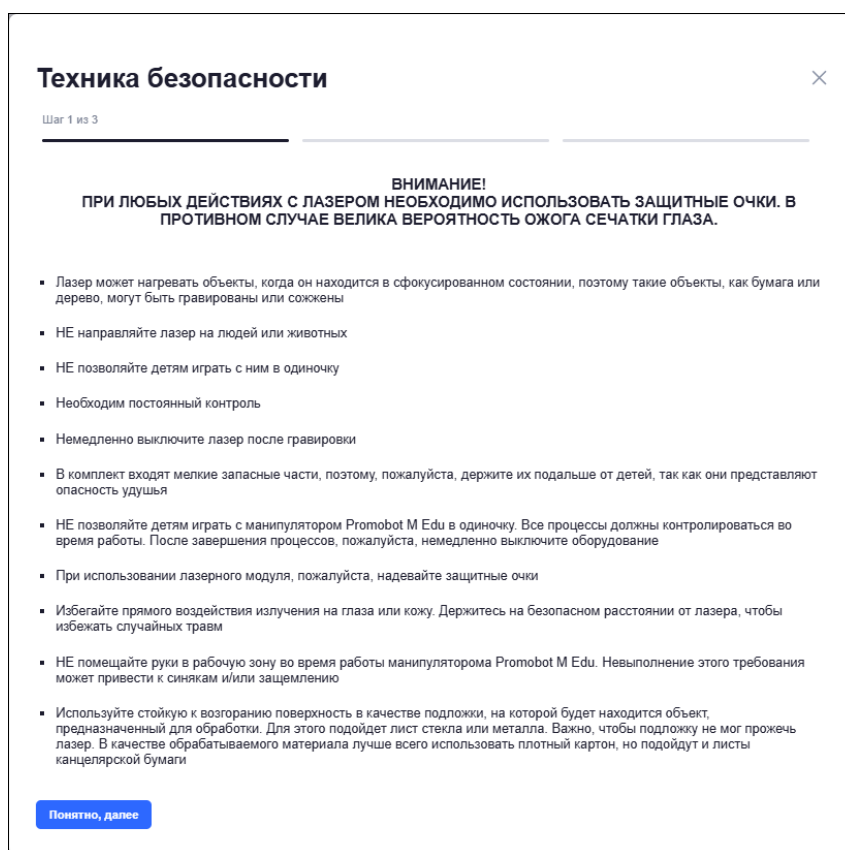


Рисунок 38 – Уведомление «Техника безопасности»

Пройдите по шагам ознакомления и отобразится форма для выбора способов настройки манипулятора (Рисунок 39):

- «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.

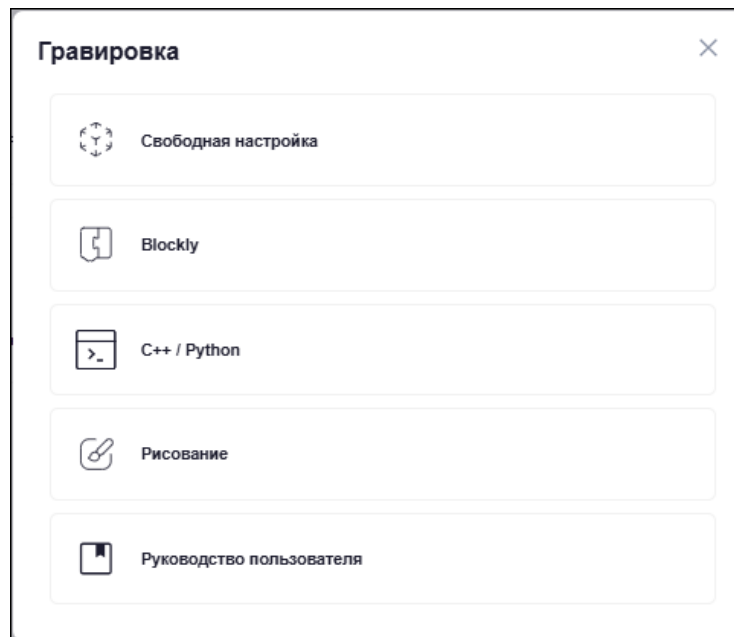


Рисунок 39 – Форма выбора способов настройки манипулятора в режиме «Гравировка»

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 40):

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

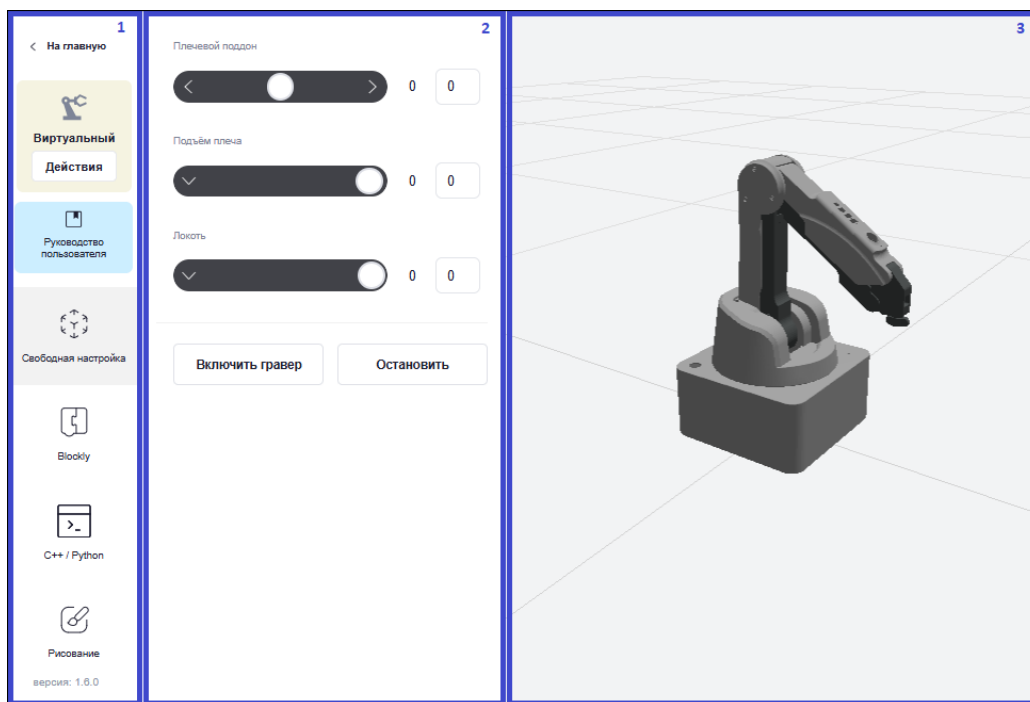


Рисунок 40 – Панель управления манипулятором способом настройки «Свободная настройка»

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

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 41):

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

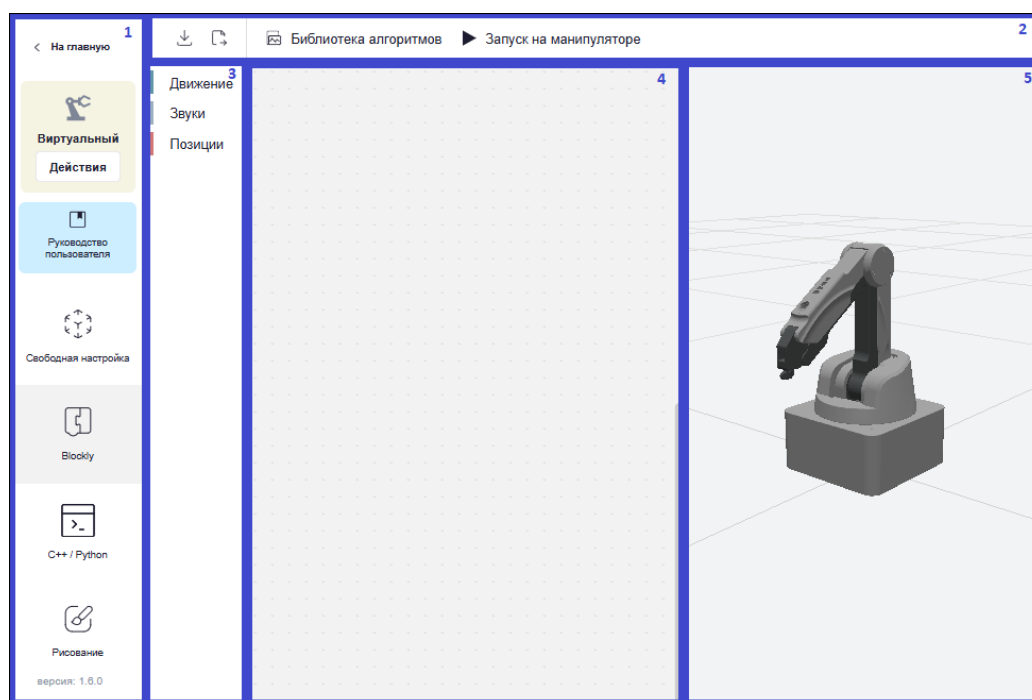


Рисунок 41 – Панель управления манипулятором способом настройки «Blockly»

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

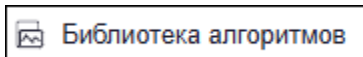
Кнопки быстрого действия:



– скачать алгоритм программы в текстовом формате

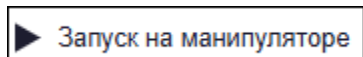


– загрузить алгоритм программы в текстовом формате



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 лазер.
- 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 42):
 - 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.

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

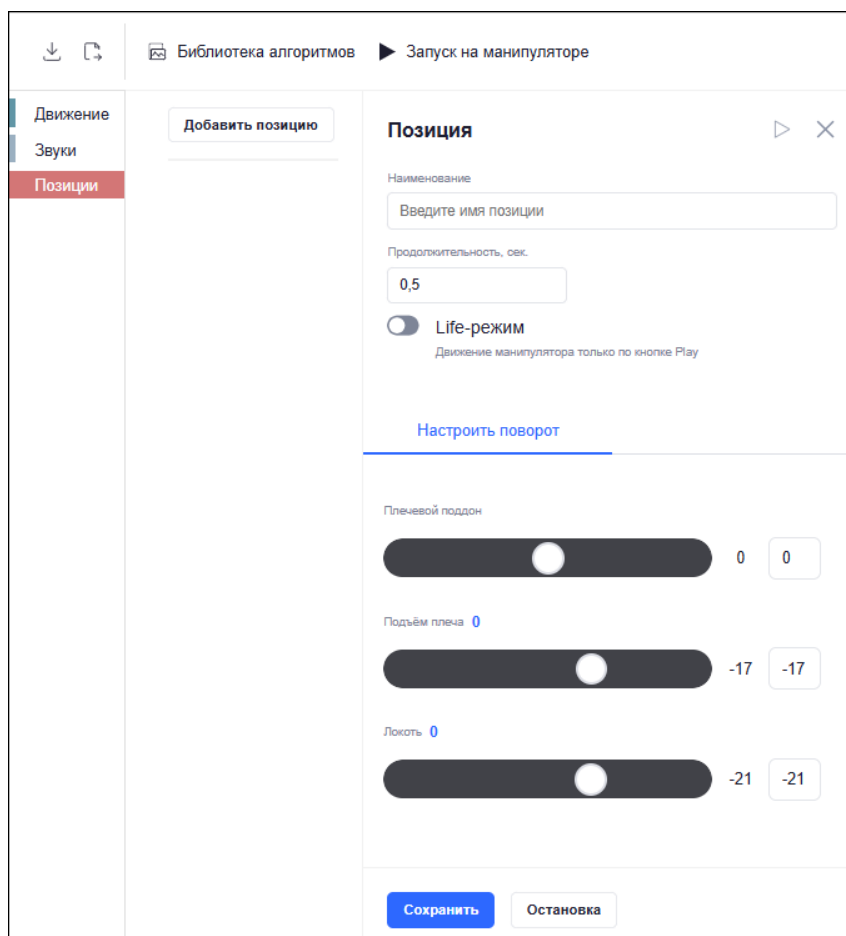


Рисунок 42 – Раздел «Позиции»

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 43):

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

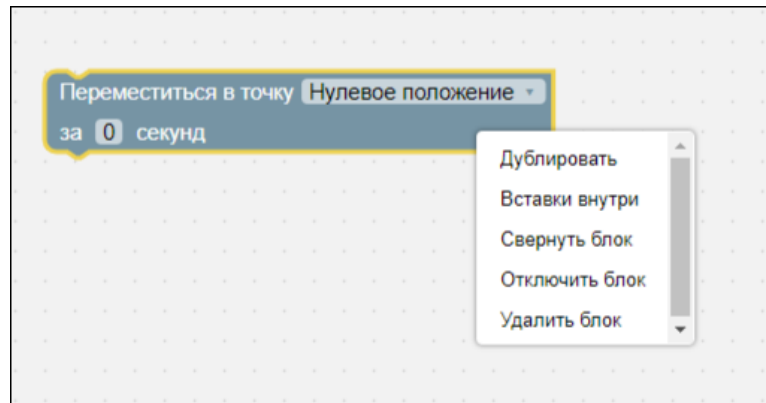


Рисунок 43 – Контекстное меню блок-команды

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.

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 44):

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

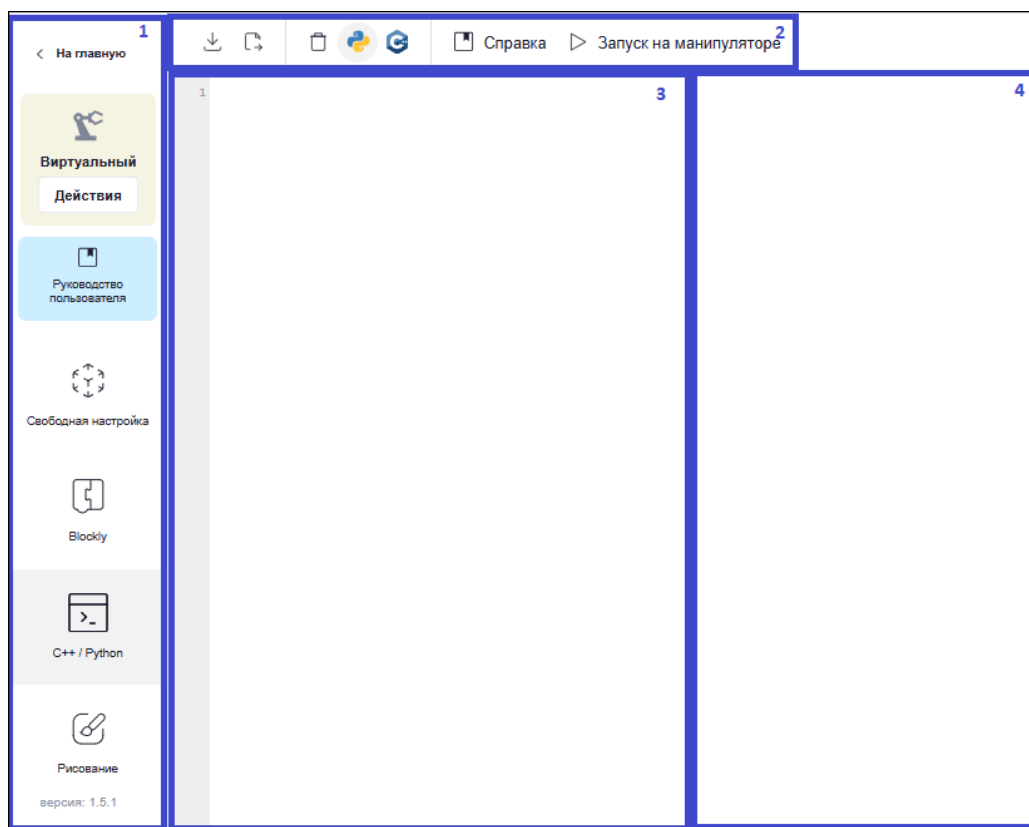


Рисунок 44 – Панель управления манипулятором способом настройки «C++/Python»

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



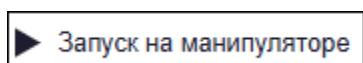
– писать алгоритм на языке Python



– 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 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 45). Выберите изображение и нажмите кнопку «Выбрать» либо закройте форму, нажав кнопку «Закреть».

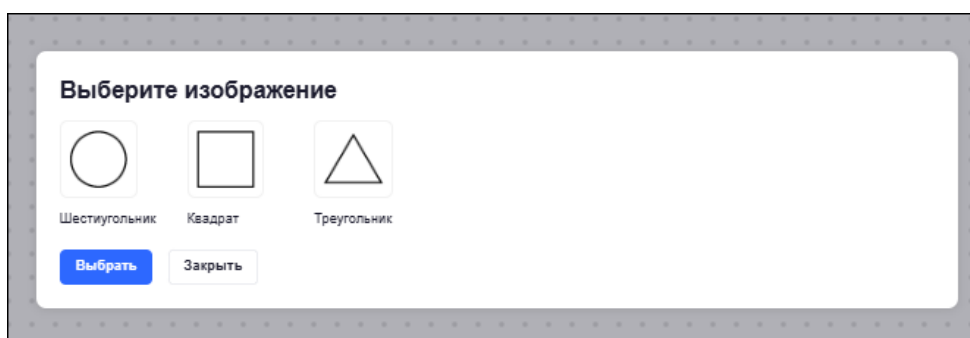



Рисунок 45 – Библиотека рисунков

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 «3D-печать»

Для управления манипулятором в режиме «3D-печать» сначала установите модуль 3D-печати (см. раздел 1.2.6).

Проверьте подключение к манипулятору (см. раздел 2.2).

Для запуска режима «3D-печать» нажмите кнопку «3D-печать» в главном меню приложения M Edu (Рисунок 29). Отобразится форма для выбора способа настройки манипулятора (Рисунок 46):

- «Печать» – способ позволяет выбрать изображение из библиотеки объектов и запустить процесс 3D-печать на манипуляторе;
- «Руководство пользователя» – кнопка перехода к руководству пользователя.

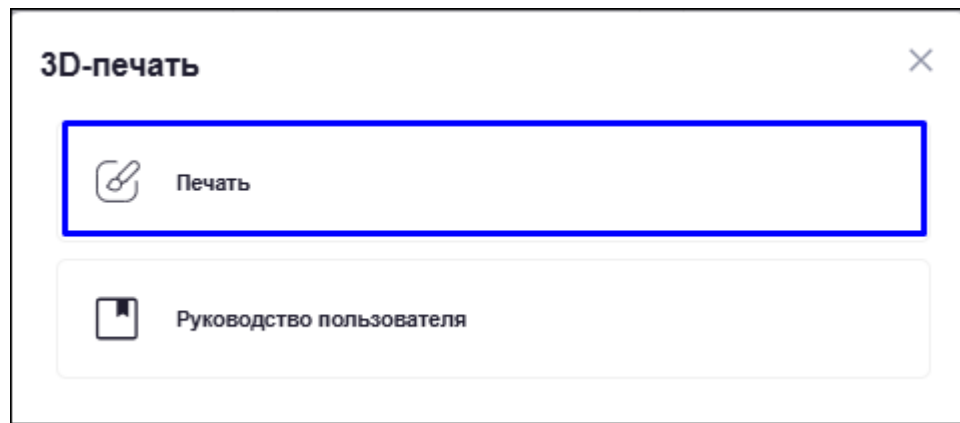


Рисунок 46 – Выбор настройки 3D-печати

При выборе способа настройки манипулятора «Печать» по умолчанию отобразится форма выбора объектов для 3D-печати (Рисунок 47).

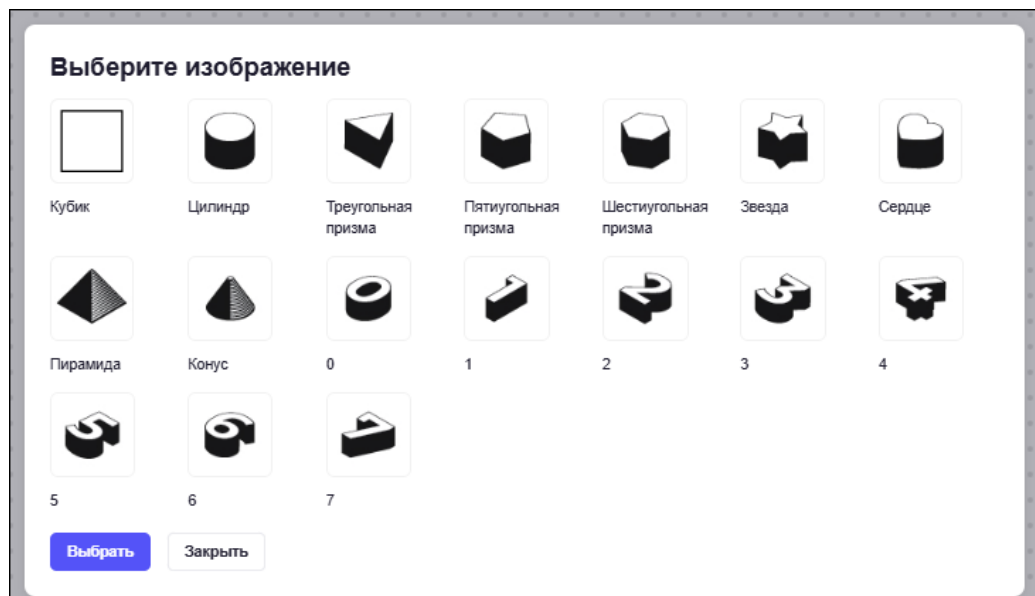



Рисунок 47 – Форма выбора объектов для 3D-печати

Выберите любой объект для 3D-печати и нажмите кнопку «Выбрать». Объект отобразится в области печати. Запустите процесс 3D-печати нажав кнопку  (Рисунок 48).

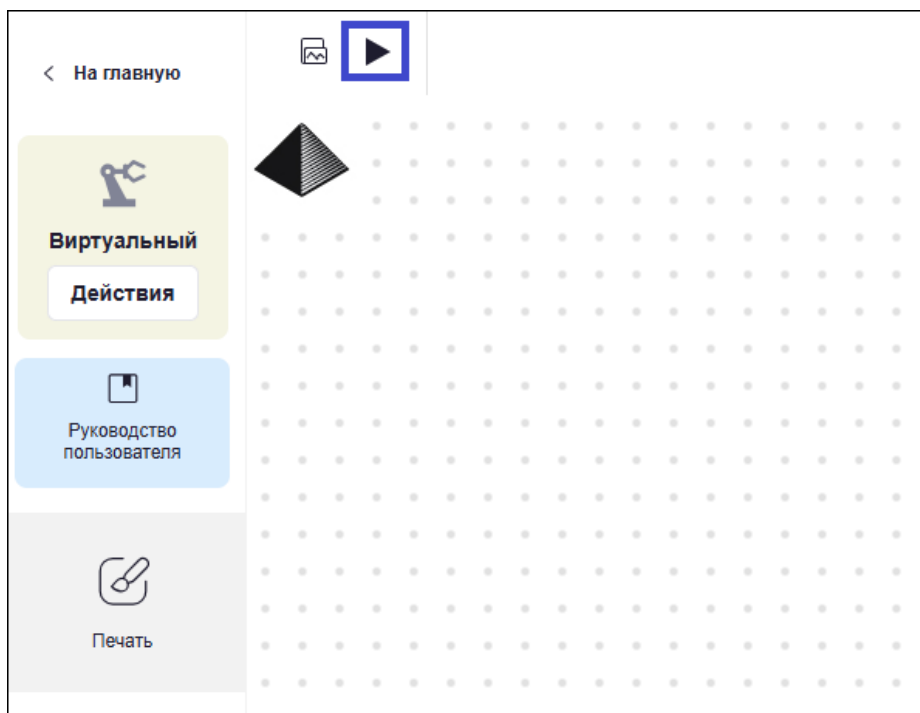


Рисунок 48 – Запуск процесса 3D-печати на манипуляторе
Отобразится уведомление «Программа выполняется» (Рисунок 49).

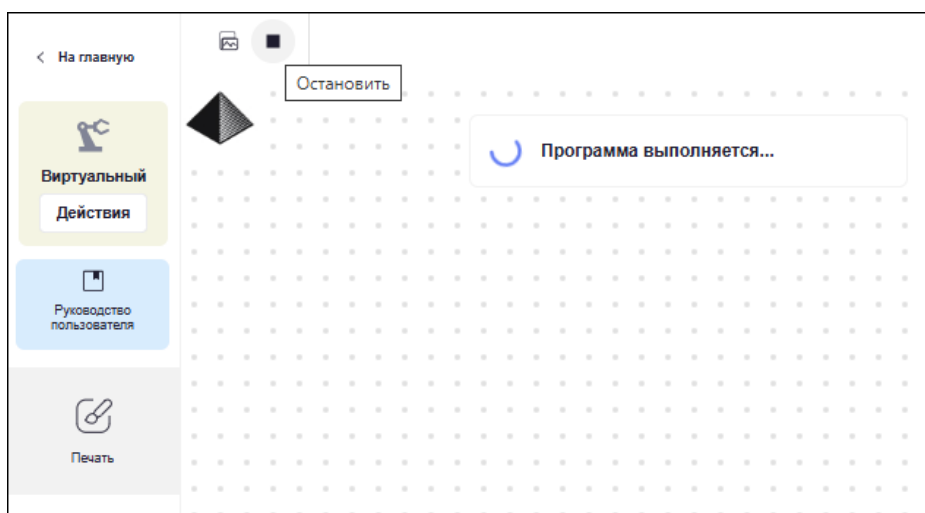


Рисунок 49 – Выполнение программы 3D-печати

PLA-филамент в печатающей головке начнет нагреваться, при достижении нужной температуры (примерно через 5 минут) манипулятор начнет печать объекта.

В н и м а н и е

1 Во время нагревания печатающей головки убедитесь, что вентилятор включился. Если вентилятор не включился, нажмите «Отмена программы» и проверьте проводов печатающей головки.

2 Печатающая головка и выходящий из нее пластик имеют высокую температуру.

3 Прикосновение к работающему оборудованию может привести к ожогам.

4 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.

2.3.1.5 Режим «Механический захват»

Для управления манипулятором в режиме «Механический захват» сначала установите модуль механического захвата (см. раздел 1.2.10).

Проверьте подключение к манипулятору (см. раздел 2.2).

Для запуска режима «Механический захват» нажмите кнопку «Механический захват» в главном меню приложения M Edu. Отобразится форма для выбора способов настройки манипулятора (Рисунок 50):

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

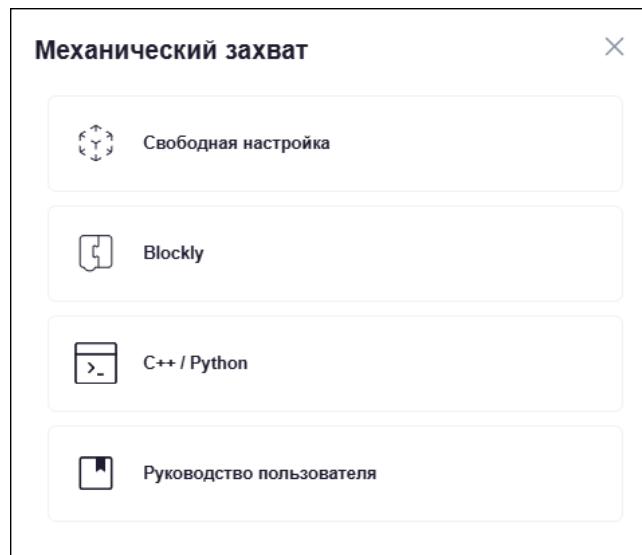


Рисунок 50 – Форма выбора способов настройки манипулятора

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 51):

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

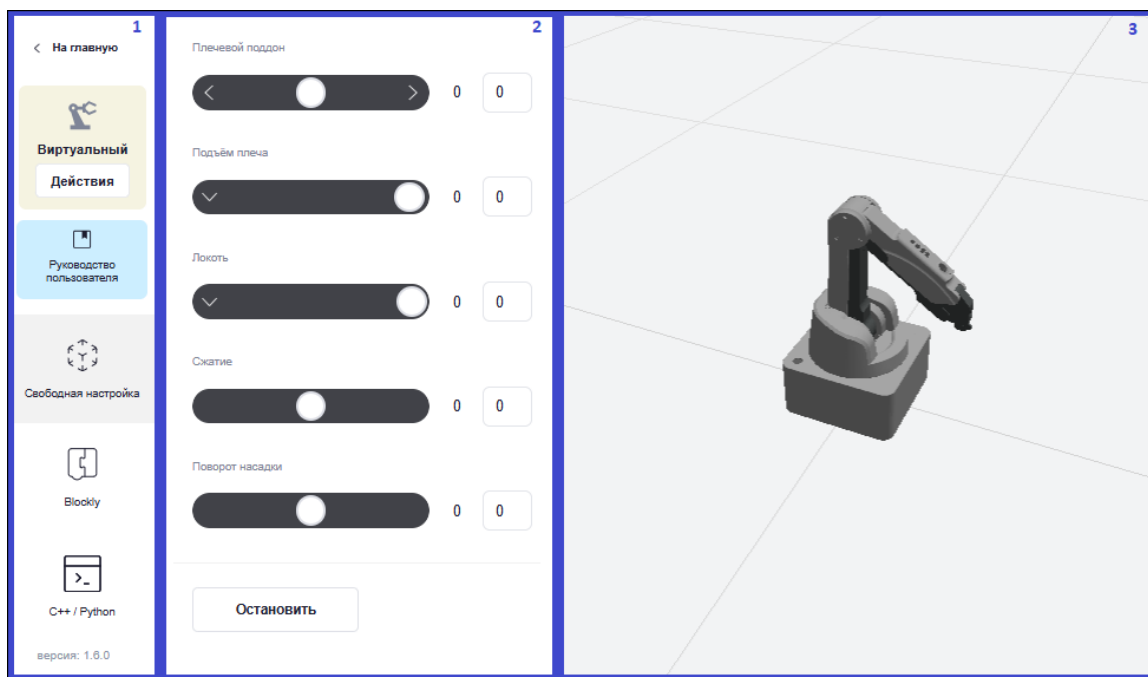


Рисунок 51 – Панель управления манипулятором способом настройки «Свободная настройка»

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.

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

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.

2.3.1.5.2 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 52):

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

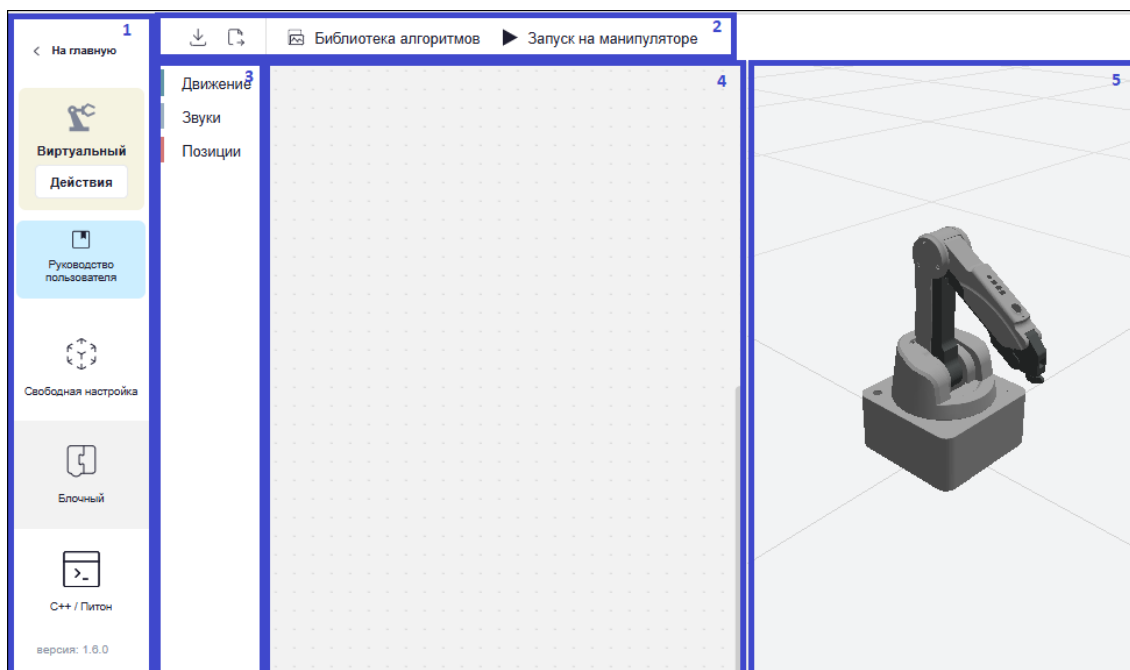


Рисунок 52 – Панель управления манипулятором способом настройки «Blookly»

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

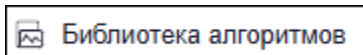
Кнопки быстрого действия:



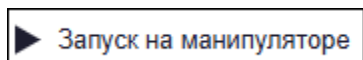
– скачать алгоритм программы в текстовом формате



– 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 53):
 - 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.
 - Кнопка «Остановка» – остановить манипулятор во время настройки поворота.

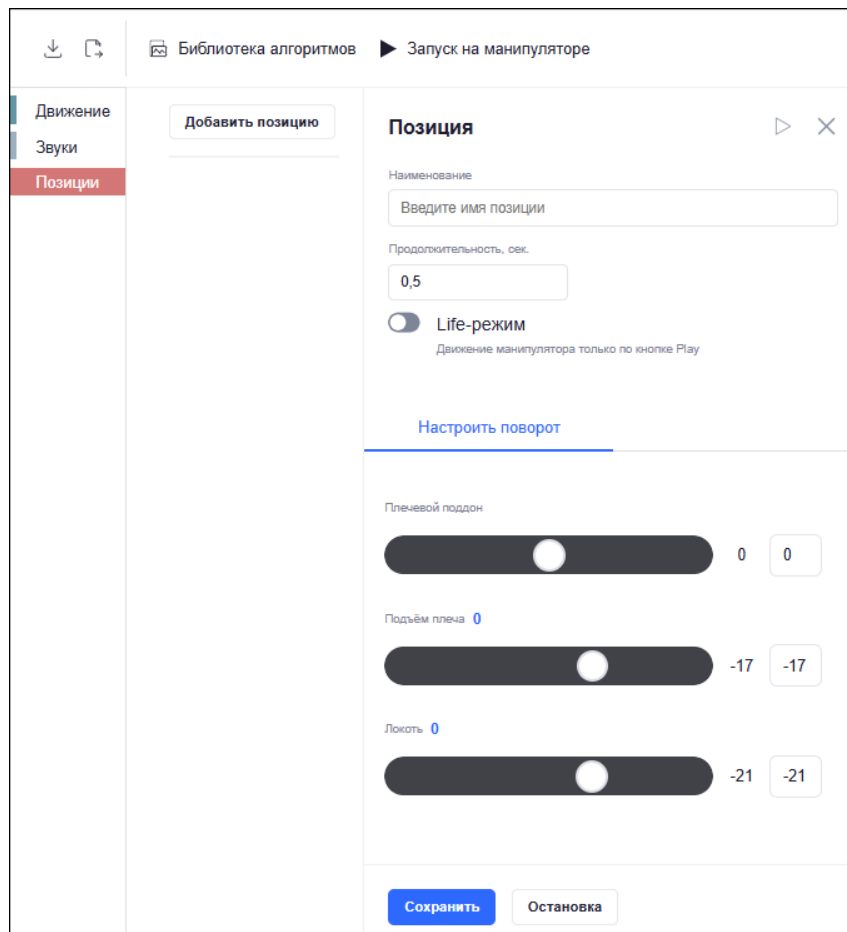


Рисунок 53 – Раздел «Позиции»

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 54):

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

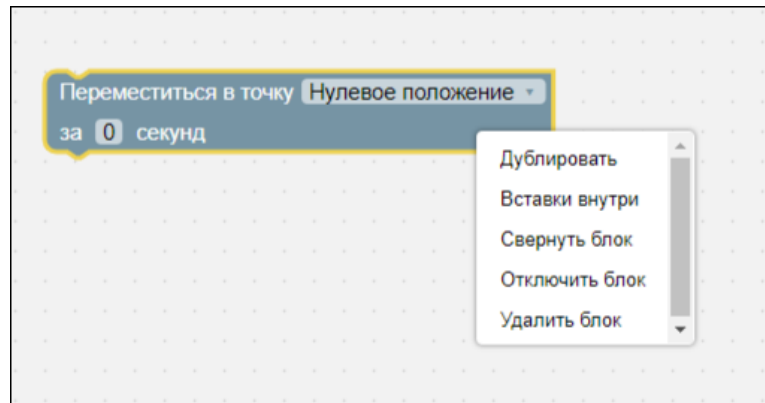


Рисунок 54 – Контекстное меню блок-команды

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.

2.3.1.5.3 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 55):

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

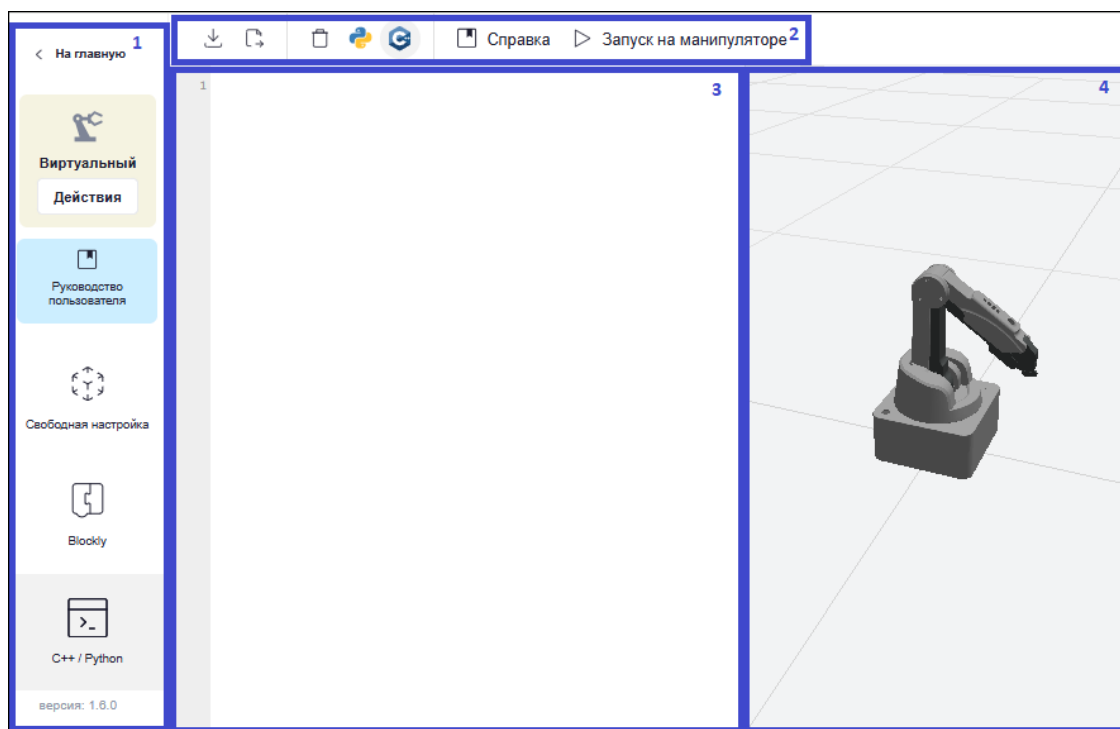






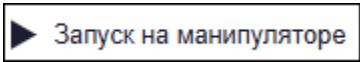


Рисунок 55 – Панель управления манипулятором способом настройки «C++/Python»

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 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 «Вакуумный захват»

Для управления манипулятором в режиме «Вакуумный захват» сначала установите модуль вакуумного захвата (см. раздел 1.2.9).

Проверьте подключение к манипулятору (см. раздел 2.2).

Для запуска режима «Вакуумный захват» нажмите кнопку «Вакуумный захват» в главном меню приложения M Edu. Отобразится форма для выбора способов настройки манипулятора (Рисунок 56):

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

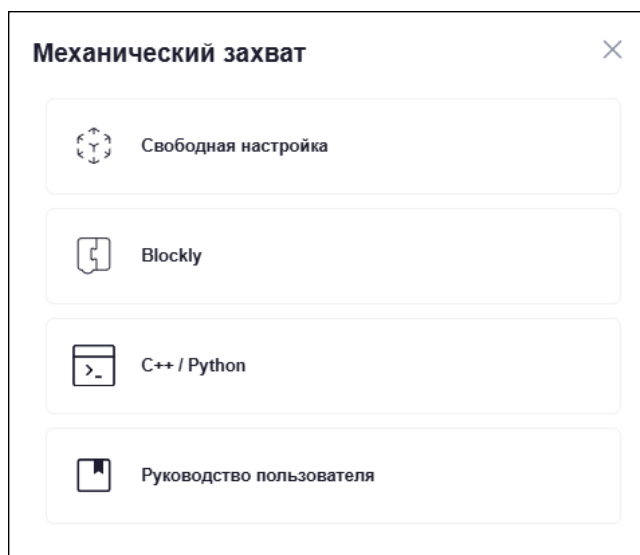


Рисунок 56 – Форма выбора способов настройки манипулятора

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.

2.3.1.6.1 Способ «Свободная настройка»

При выборе способа настройки манипулятора «Свободная настройка» в приложении M Edu отобразится панель управления манипулятором, она состоит из (Рисунок 57):

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

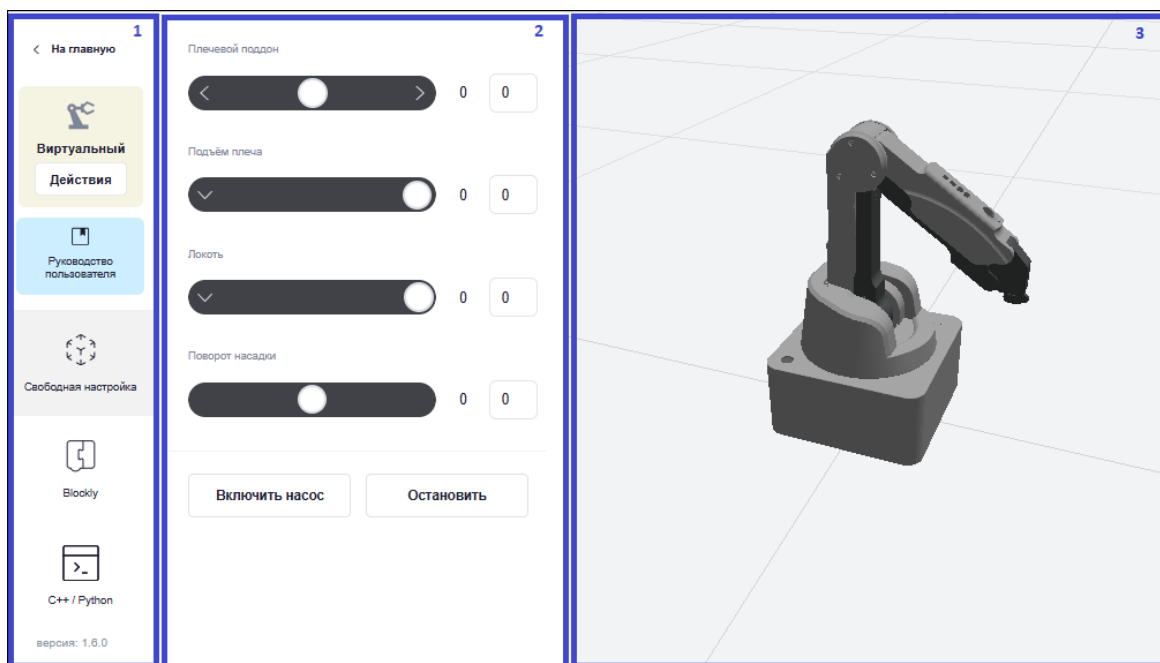


Рисунок 57 – Панель управления манипулятором способом настройки «Свободная настройка»

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».

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 «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 58):

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

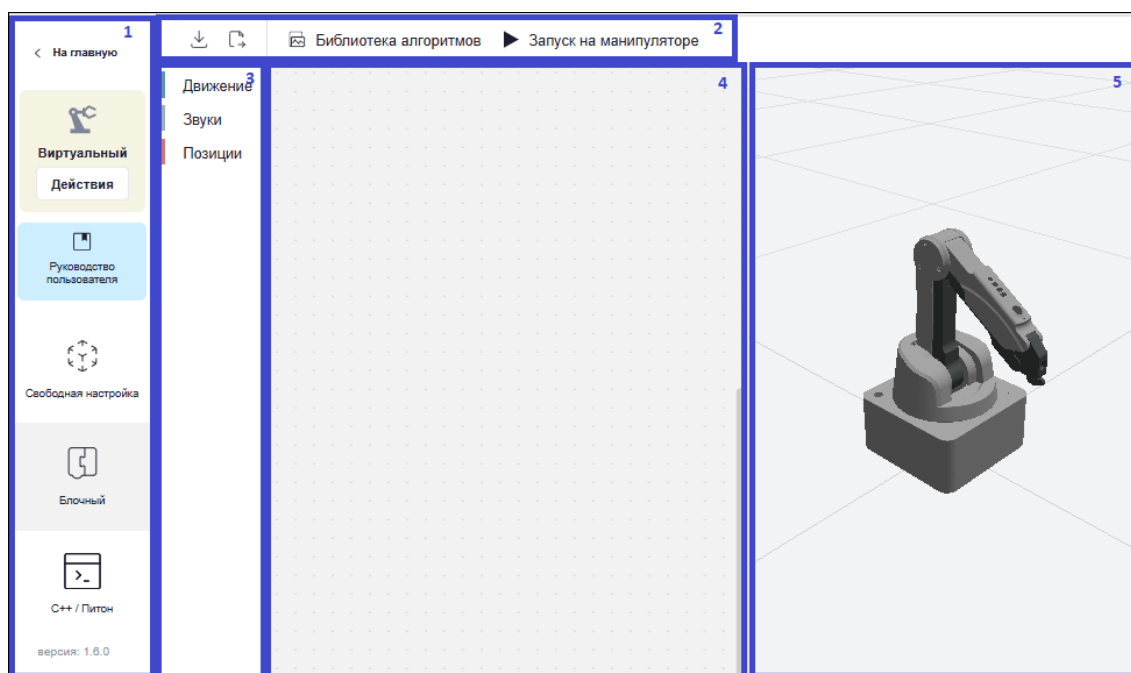


Рисунок 58 – Панель управления манипулятором способом настройки «Blockly»

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:



– 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 59):
 - 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.
- Кнопка «Остановка» – остановить манипулятор во время настройки поворота.

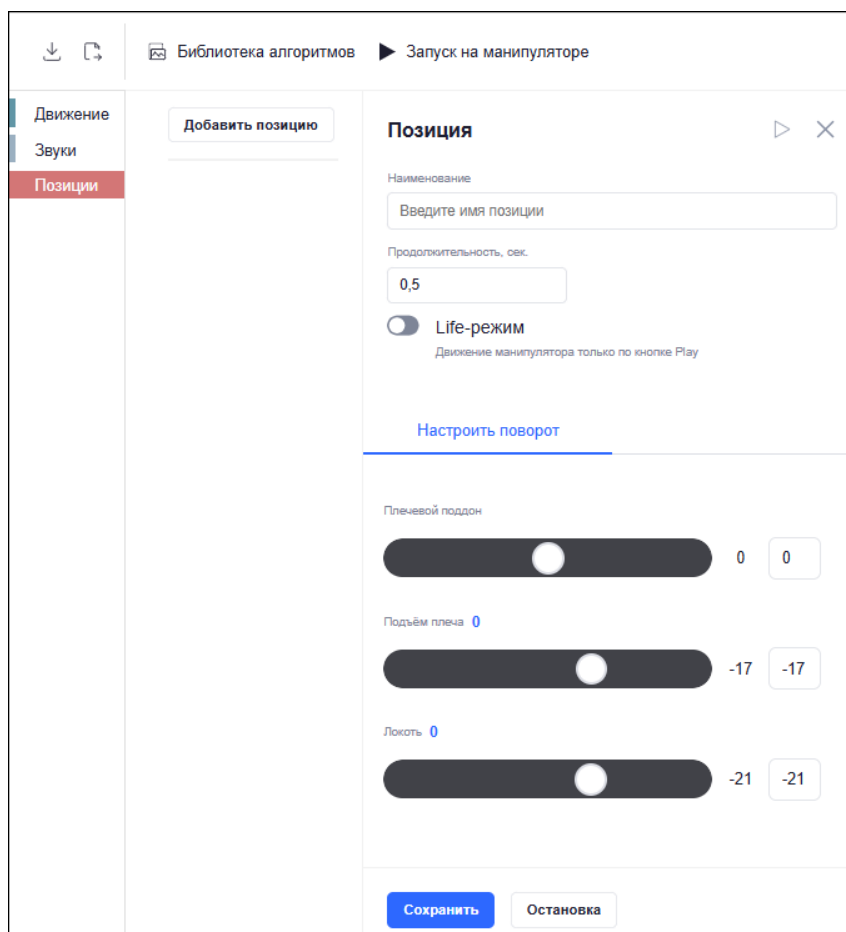


Рисунок 59 – Раздел «Позиции»

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 60):

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

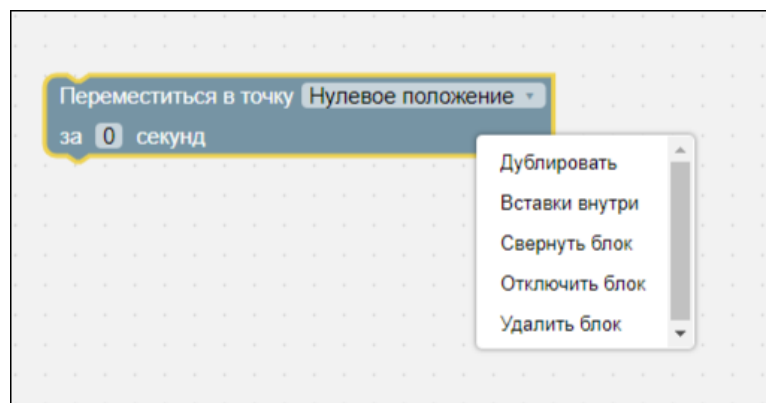


Рисунок 60 – Контекстное меню блок-команды

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.

2.3.1.6.3 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 61):

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

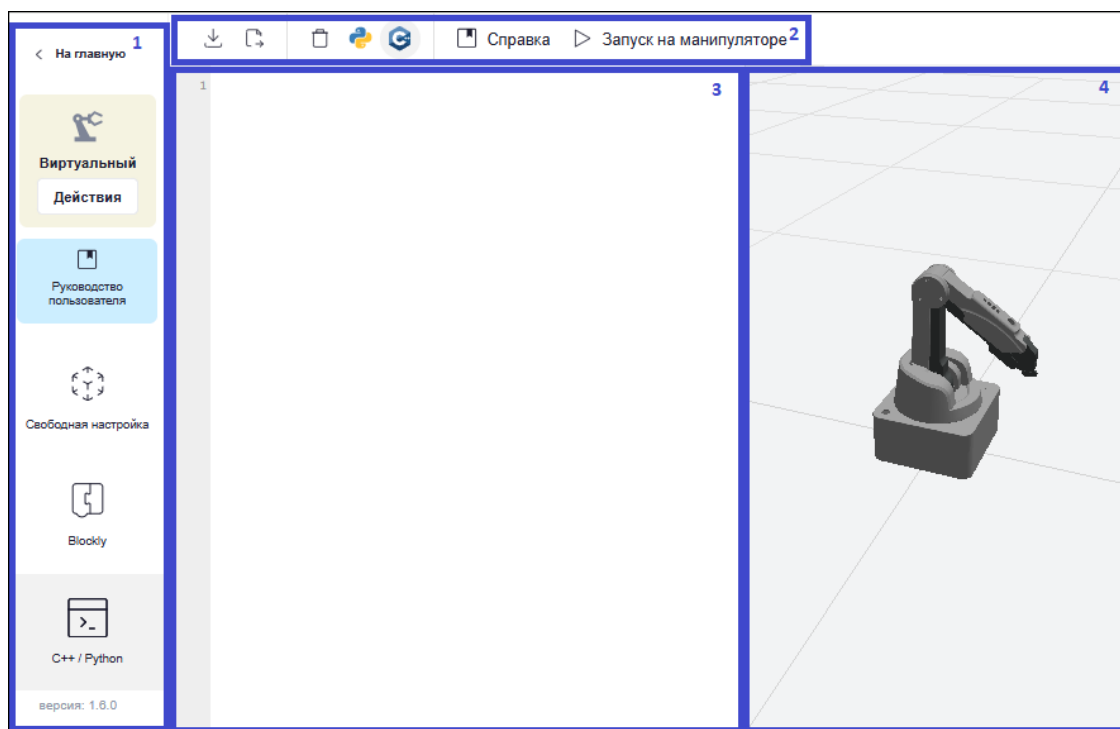





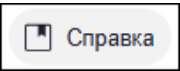
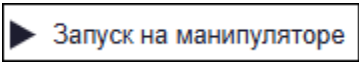


Рисунок 61 – Панель управления манипулятором способом настройки «C++/Python»

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 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.

2.3.1.7 Режим «Без насадки»

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

Проверьте подключение к манипулятору (см. раздел 2.2).

Для запуска режима «Без насадки» нажмите кнопку «Без насадки» в главном меню приложения M Edu. Отобразится форма для выбора способов настройки манипулятора (Рисунок 62):

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

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

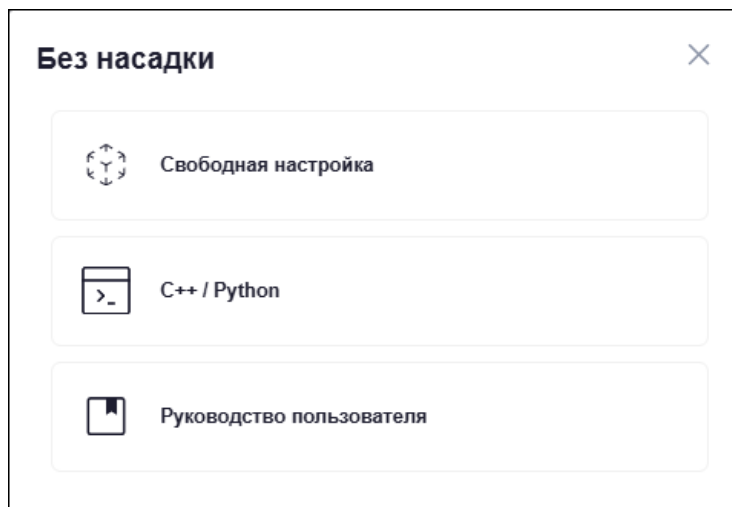


Рисунок 62 – Форма выбора способов настройки манипулятора

2.3.1.7.1 Способ «Свободная настройка»

При выборе способа настройки манипулятора «Свободная настройка» в приложении M Edu отобразится панель управления манипулятором, она состоит из (Рисунок 63):

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

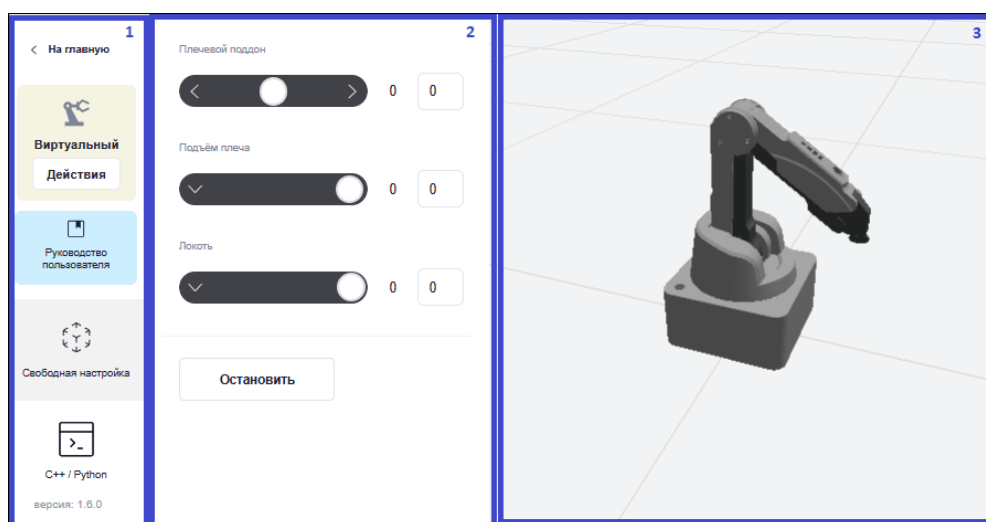


Рисунок 63 – Панель управления манипулятором способом настройки «Свободная настройка»

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;

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.

2.3.1.7.2 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 64):

1. панели выбора способов настройки манипулятора;

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

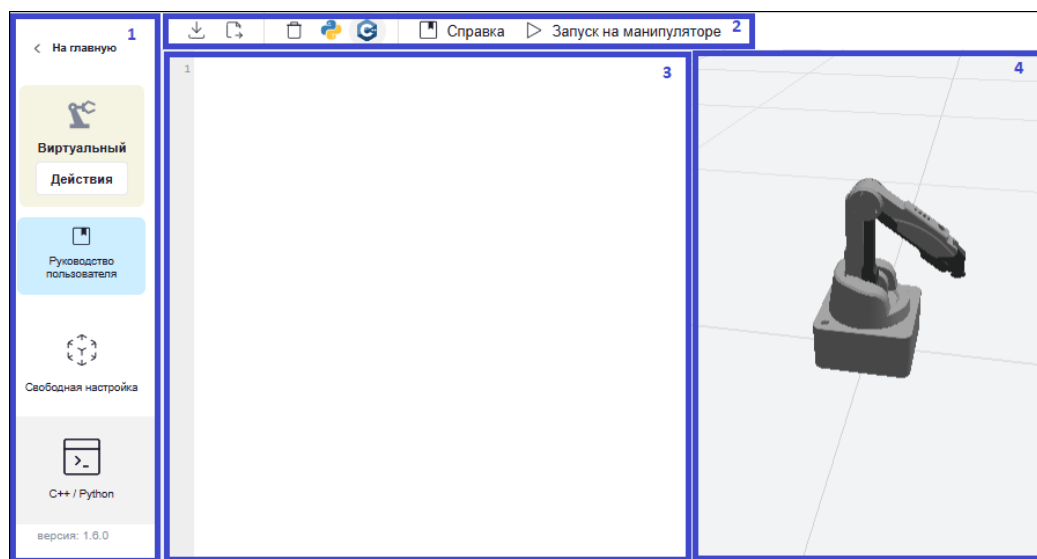


Рисунок 64 – Панель управления манипулятором способом настройки «C++/Python»

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



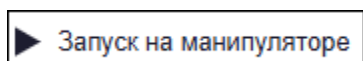
– писать алгоритм на языке Python



– 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

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;

- 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.

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 4 – 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

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

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.

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.

4 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Гарантийный срок производителя составляет 12 (двенадцать) месяцев. Гарантийный срок исчисляется по общему правилу с даты приобретения М Edu у компании-производителя. Гарантийный срок на М Edu, приобретенный розничным потребителем (гражданином, приобретающим М Edu исключительно для личных, семейных, домашних и иных нужд, не связанных с осуществлением предпринимательской деятельности) исчисляется с даты приобретения М Edu розничным потребителем.

При обнаружении в М Edu недостатков в период гарантийного срока владелец обязуется незамедлительно письменно сообщить об этом компании-производителю, описав подробно признаки выявленного недостатка, и в течение одного рабочего дня обеспечить по требованию компании-производителя дистанционный доступ к М Edu для дистанционной диагностики.

В период гарантийного срока компания-производитель обязуется при получении претензии обеспечить безвозмездное устранение недостатков М Edu в срок не более 60 рабочих дней с момента получения компанией-производителем претензии и, в случае необходимости, предоставления дистанционного доступа к М Edu. Компания-производитель вправе по своему выбору осуществить замену М Edu ненадлежащего качества.

В случае существенного нарушения требований к качеству М Edu (обнаружения неустранимых недостатков, которые не могут быть устранены без несоразмерных расходов или затрат времени, или выявляются неоднократно, либо неоднократно проявляются вновь после их устранения) владелец вправе потребовать замены М Edu ненадлежащего качества.

Гарантийный срок продлевается на время, в течение которого М Edu не мог использоваться из-за обнаруженных в нем недостатков, а именно на период времени, равный периоду с момента получения уполномоченным лицом претензии о недостатках М Edu до момента устранения недостатков.

Гарантийное обслуживание осуществляется по выбору компании-производителя по месту ее нахождения или по месту нахождения М Edu.

Гарантийному ремонту (замене) не подлежит М Edu:

- эксплуатировавшийся образом, не соответствующим требованиям Руководства по эксплуатации;
- имеющий по вине пользователей механические повреждения, явившиеся причиной обращения за гарантийным ремонтом;
- эксплуатировавшийся или хранившийся в условиях (среде), не соответствующей требованиям, установленным документацией на М Edu;
- прошедший модификацию (изменения) или ремонт без участия компании-производителя;

Гарантийные обязательства распространяются на М Edu в той комплектации, в которой он находился на момент поставки компанией-производителем и не распространяются на недостатки, возникшие в результате неверной работы ПО М Edu, разработанного (доработанного) пользователем самостоятельно без согласования с компанией-производителем.

Порядок осуществления гарантийного обслуживания/ремонта М Edu установлен Положением о гарантийном ремонте и проведении сервисного обслуживания оборудования ООО Промобот, размещенного по ссылке: <https://promo-bot.ru/warranty-repair-and-service-provision/>.

В гарантийное обслуживание (ремонт) не включены дополнительные услуги, в том числе, загрузка информации на М Edu, доработка ПО, функционала, мониторинг состояния М Edu, не связанный с исправлением недостатков. Дополнительные услуги оказываются на основании отдельно заключенного возмездного соглашения, в частности Соглашения об уровне сервиса (SLA).

5 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.

6 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 все время транспортировки.

7 УТИЛИЗАЦИЯ

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.

