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

УТВЕРЖДАЮ Генеральный директор 000 «IIPOMOBOT» М.П. Чугунов abuycma 2024 г.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА PROMOBOT M EDU

(M Edu)

Руководство по эксплуатации

ЕОИМ01.00.00.00.00.000РЭ

Листов 81

Подпись и дата

Инв. № дубл.

B3am. une. Nº

Подпись и дата

Анв. Nº подл.

Содержание

10.00

		1	0	ПИСАНИ	Е И РАН	бота		4
			1.	1 Описал	ние и раб	ота М	I Еди в целом	4
				1.1.1	Назначе	ние		4
				1.1.2	Техниче	ские у	характеристики	4
				1.1.3	Состав.			
				1.1.4	Устройс	тво и	работа	
				1.1.5	Маркиро	овка	pacera	15
				1.1.6	Vпаковк	'a		16
			1.2	2 Описан	ие и рабо	ота со	оставных частей М Еди	16
				1.2.1	Манипу	IIITOD		10
				1.2.2	Пульт уг	TDABIL	ения	10
				1.2.3	Блок пи	гания		20
				1.2.4	Внешни	йблог	к коммутании инструмента	21
				1.2.5	Молупь	3D-пе	ецати	22
				1.2.6	Молупь	Ilaseni	UAŭ raspunarul	22
				12.7	Молуль	29XB9	та нинущих инструментов	25
				128	Мощин	Janba	та пишущих инструментов	26
				1 2 0	Мощин	Danda.	Ta Maxayymaayaba	20
		2	M	ПОЛЬЗ	ОВАНИИ			
		4	2 1	Pront	ODAIII			
			2.2		OPKA M F	duvu	праничения	22
	_		4.4	221	Samuer M		использованию	
				2.2.1	Sanyor n	анину	ynaropa	
	2.2.2 Sanyck программного осеспечения M Edu (Приложение M Edu							
ma			4	2 2 1	Гиориос	VI Eut	и. Работа с приложением М Есц	
u ða				2.3.1	Тлавное	меню	о приложения М Еаu	
ucb				2.3.2	меры ое	3011ac	сности при использовании	12
loðn		2	TI	2.3.3	Деистви		стремальных условиях	14 X 76
5	-	3	21	Обтите	CRUE U	вслэ	УЖИВАНИЕ М ЕДО И ЕЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕ	И76
			3.1	Оощие	указания	l		76
)y6n			3.4	иеры с	резопасно	ости		/0
Ng			3.3 VI	о порядо	ок технич	еског	о оослуживания изделия	/6
MH8.		4	AI	АНЕНИ		A TTTT		/8
		1 2		AHCHO	ГИРОВ	АНИ	LE	/9
No		0	y	илиза	ция			80
IHB.								
am. u								
B3é								
ma								
ı ðai			_		-	-		
ICP 1			_					
nloc		1/24		No 2			EDUM01.00.00.00.000-P3	
Ĕ		Poonof	ucm	№ ООКУМ.	110011.	Дата		Пистор
		Прое		Иворский	Date	18.11.24	M FDU DI D	Q1
oðn.		11008.		ппироких	aug	SB.11.24		01
Nen	1	Н. конп	np.		-		Руководство по эксплуатации ООО «ПРОМС	DEOT »
HB.		Утв.	-	Семенова	then	2811 24		

Определения, обозначения и сокращения

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

	M Edu		_	Образовательная робототехническая плат	форма
				Promobot M Edu	
	Манипулято манипулятор	p, 9 M Edu	_	Многофункциональный настольный четырехо робот-манипулятор с плоскопараллельной кинема и обратной связью, входящий в состав M Edu	осевой итикой
	ПК		_	Персональный компьютер	
	ПО		_	Программное обеспечение	
	Приложение	M Edu	_	Веб-интерфейс для настройки и управ манипулятором	вления
	ШИМ		_	Широтно-импульсная модуляция	
14000			, ,	EDUM01.00.00.00.000-PЭ	
V13M.	nucini iv≌ ooky	M. 11001	. Д	111a	

Лист

3

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

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.

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

1.1.2 Технические характеристики

Основные технические характеристики М Edu представлены в таблице 1. Таблица 1 – Технические характеристики M Edu

	Nº	Параметр	Единица измерения	Значение
	1	Грузоподъемность манипулятора, не более	Γ	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
140	Πιιο	EDUM	01.00.00.00.00).000-РЭ
		№ 1 2 3 4 5 6	№ Параметр 1 Грузоподъемность манипулятора, не более 2 Количество степеней свободы манипулятора 3 Радиус рабочей зоны манипулятора, не более 4 Повторяемость, не хуже 5 Линейная скорость точки фиксатора инструмента манипулятора, не более 6 Количество выходных портов общего назначения манипулятора	№ Параметр Единица измерения 1 Грузоподъемность манипулятора, не более г 2 Количество степеней свободы манипулятора шт. 3 Радиус рабочей зоны манипулятора, не более мм 4 Повторяемость, не хуже мм 5 Линейная скорость точки фиксатора мм/с 6 Количество выходных портов общего шт. ЕДИНИЦА

N⁰	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.	41

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

N⁰	Параметр	Единица измерения	Значение
18	Максимальный диаметр пишущего инструмента для модуля захвата пишущих 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

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

Изм. Лист

Подп.

№ докум.

Дата

~	
6	

	параметр	Единица измерения	значение
30	Углы поворота узла поворота нижнего плеча (относительно вертикальной оси манипулятора)	градус	288
31	Углы поворота узла поворота верхнего плеча (относительно нижнего плеча)	градус	55144
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	A	4
38	Степень защиты корпуса	-	IP20
39	Диапазон рабочих температур	°C	+5+40
40	Допустимая относительная влажность воздуха, не более	%	70
41	Масса манипулятора, (±15%)	КГ	6
42	Масса М Edu в упаковке, (±15%)	КГ	10
43	Габаритные размеры манипулятора, ДхШхВ, не более	ММ	288x200x371

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

№ Парам		Параметр		Значение			
44	Габаритные размеры ДхШхВ, не более	M Edu в упаковке,	ММ	480x350x250			
	Сменный модуль лазерной гравировки ² 45 Мощность лазера модуля лазерной гравировки, мВт 50 не более						
45	Мощность лазера модуля не более	и лазерной гравировки,	мВт		500		
46	не более Длина волны лазера модуля лазерной нм гравировки				650		
47	Максимальный размер лазерной гравировки	о изображения для	ММ	90)x135		
MO)	При наличии в комплекта 1.1.3 Состав	ции M Edu сменного мо	дуля лазерной гр	оавировки.			
мо <u>2</u>	При наличии в комплекта 1.1.3 Состав В состав М Edu входя лица 2 – Состав М Edu	ции M Edu сменного мо	одуля лазерной гр	равировки. 2.			
мо) ² Габ. №	При наличии в комплектал 1.1.3 Состав В состав М Edu входя лица 2 – Состав М Edu Наименование	ции M Edu сменного мо ит компоненты, указан Кратко	одуля лазерной гр пные в таблице 2 ое описание	оавировки. 2.	Количество		
мо) ² Габ. №	При наличии в комплектал 1.1.3 Состав В состав М Edu входя лица 2 – Состав М Edu Наименование Информационный лист	ции M Edu сменного мо т компоненты, указан Кратко Ссылка и QR- пользовательских дон пособий	адуля лазерной гр аные в таблице 2 ое описание код для сументов и мет	равировки. 2. получения годических	Количеств 1 шт.		
мо) ² _ Габ. <u>№</u> 1	При наличии в комплектал 1.1.3 Состав В состав М Еdu входя лица 2 – Состав М Edu Наименование Информационный лист Манипулятор	ции М Edu сменного мо ит компоненты, указан Кратко Ссылка и QR- пользовательских дон пособий Многофункциональны четырехосевой ј плоскопараллельной связью	аные в таблице 2 ое описание код для кументов и мет ий н робот-манипулят кинематикой и	равировки. 2. получения годических астольный гор с обратной	Количеств 1 шт. 1 шт.		

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

N⁰	Наименование	Краткое описание	Количество
3	Блок питания	Импульсный блок питания с кабелем для питания от сети переменного тока 230 В 50 Гц, вилка стандарта СЕЕ 4/7 (тип F) или 7/7 (тип E/F) с заземлением и выходным постоянным напряжением 12 В	1 шт.
4	Пульт управления	Проводной USB-геймпад для ручного управления M Edu	1 шт.
5	Печатающая головка	Головка для печати PLA-филаментом; входит в комплект модуля 3D-печати	1 шт.
6	Экструдер	Настольный блок с сервоприводом для подачи PLA-филамента в экструдер; входит в комплект модуля 3D-печати	1 шт.
7	Трубка тефлоновая	Трубка для подачи PLA-филамента в экструдер; входит в комплект модуля 3D-печати	1 шт.
8	Держатель катушки PLA-филамента	Две направляющие для установки катушки PLA-филамента; входит в комплект модуля 3D- печати	1 шт.
9	Защитное стекло	Стекло для защиты поверхности при 3D-печати; входит в комплект модуля 3D-печати	1 шт.
10	Тестовый PLA-филамент	PLA-филамент для проверки функции 3D-печати; входит в комплект модуля 3D-печати	10 м
11	Модуль лазерной гравировки ¹	Модуль лазерный красный 650 нм 250 мВт с фокусировкой	1 шт.
12	Очки защитные ¹	Защитные очки от фиолетового, синего и красного лазерного излучения длиной волны 405-450 нм и 635-660 нм	1 шт.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подп.

№	Наименование	Краткое описание	Количеств
13 H F	Внешний блок коммутации инструмента	Блок с вакуумным насосом для модуля захвата вакуумного и безопасной коммутацией питания модуля лазерной гравировки ¹	1 шт.
14 H r J	Ключ коммутации 1итания модуля 1азерной гравировки ¹	Ключ от ключ-выключателя, предназначенного для безопасной коммутации питания модуля лазерной гравировки	2 шт.
15 M 1 1	Модуль захвата пишущих инструментов	Захват для пишущих инструментов диаметром до 10 мм	1 шт.
16 I	Ручка Promobot	Шариковая ручка; используется совместно с модулем захвата пишущих инструментов	1 шт.
17 I 1	Поворотный модуле инструмента	Блок сервопривода для обеспечения вращения инструмента (не используется для модуля 3D- печати, модуля лазерной гравировки и модуля захвата пишущих инструментов)	1 шт.
18 N F	Модуль захвата закуумного	Модуль с вакуумной присоской	1 шт.
19 N	Модуль захвата механического	Блок инструмента с двумя акриловыми когтями, приводимыми в движение сервоприводом	1 шт.
20 I	Шнур сетевого интерфейса ETHERNET	Ответный шнур разъема сетевого интерфейса ETHERNET	1 шт.
¹ – Π	ри наличии в комплект	ации M Edu сменного модуля лазерной гравировки.	
		-	

Подпись и дата

Инв. Nº дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

1.1.4 Устройство и работа

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

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

Инв.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		1:
№ подп.					\square	FDUM01.00.00.00.00.000-P.Э	Лис
Подпись и дата							
Взам. инв. №							
Инв. Nº дубл.							
Подпись и дата							







д)

Рисунок 1 – М Edu: а) вид справа; б) вид слева; в) вид спереди; г) вид сзади: панель разъемов основания; д) вид сверху: панель разъемов верхнего плеча

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

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

В комплект поставки M Edu входит пульт управления для возможности ручного управления, а также пять¹ сменных модулей инструмента: модуль захвата механического и модуль захвата вакуумного для перемещения предметов, модуль 3D-печати PLA-филаментом, модуль захвата пишущих инструментов для нанесения надписей и изображений на плоские поверхности совместимых материалов и модуль лазерной гравировки².

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

² — При наличии в комплектации М Edu сменного модуля лазерной гравировки.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

Iнв. № подл.

						Лист
					EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

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

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

1.1.5 Маркировка

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

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

- наименование изделия;
- напряжение питания;
- максимальную потребляемую мощность;
- дату производства;
- документы, в соответствии с которым произведена М Edu.
- комплект поставки;
- срок службы

Подпись и дата

Инв. № дубл.

B3am. uhe. Nº

Подпись и дата

- 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;

5							
							Лист
<						EDUMU1.00.00.00.00.000-P3	4 -
ИНВ	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

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

1.1.6 Упаковка

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

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



Рисунок 2 – Упаковка

1.2 Описание и работа составных частей М Edu

1.2.1 Манипулятор

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

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

5							
001							Лист
2						EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ	10
HE	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16



Рисунок 3 – Манипулятор

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



Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Рисунок 4 – Панель разъемов верхнего плеча

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

5							
глод							Лист
Š						ЕДИМ01.00.00.00.00.000-РЭ	
ИНВ	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

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

Основным вычислительным модулем М Edu является одноплатный компьютер Raspberry Pi 5 (Рисунок 5), обеспечивающий работоспособность всех функций 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 (мышь, клавиатура; через интерфейс USB).

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



Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Тодпись и дата

5

Рисунок 5 – Одноплатный компьютер Paspberry Pi 5

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

							Лист
~						EDUMU1.00.00.00.00.000-P3	10
Ë	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

Четвертый узел поворота располагается в поворотном модуле инструмента, который подключается через разъем интерфейса ШИМ/ТТL 1 на панели разъемов верхнего плеча (Рисунок 4) и устанавливается фиксатором инструмента в гнездо фиксатора блока инструмента и закрепляется прижимным винтом блока инструмента.

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

Через поворотный модуль инструмента подключаются захваты механический и вакуумный.

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

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



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

1.2.2 Пульт управления

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

нв. № подп.

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

						Лист
					EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Лата		19



Рисунок 7 – Пульт управления

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

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

1.2.3 Блок питания

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

інв. № подл.

Блок питания представляет собой преобразователь переменного напряжения 230 В 50 Гц в постоянное напряжение 12 В. Блок питания имеет контакт заземления, что обеспечивает безопасное использование M Edu (Рисунок 8).





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

Внимание!

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

Iнв. № подп.

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

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

1.2.4 Внешний блок коммутации инструмента

Внешний блок коммутации инструмента (Рисунок 9) предназначен для:

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



Рисунок 9 – Внешний блок коммутации инструмента

Блок содержит вакуумный насос и ключ-выключатель.

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

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

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

I		-					
							Лист
I						EDUM01.00.00.00.00.000-P Э	
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

1.2.5 Модуль 3D-печати

Подпись и дата

Инв. № дубл.

ş

Взам. инв.

Тодпись и дата

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

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







б)

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

5							
QOП а							Лист
<						EDUM01.00.00.00.00.000-PG	
Инв	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

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

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

Примечание

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

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

Расположение защитного стекла определяется размером 3D-объекта.

Внимание!

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

Инв. № подп.

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

2 Прикосновение к работающему оборудованию может привести к ожогам.

3 Ожидайте не менее 15 минут после окончания печати для снятия 3D-объекта с защитного стекла и не менее 30 минут после окончания печати для демонтажа модуля 3D-печати.

1.2.6 Модуль лазерной гравировки¹

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

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

I		_					
							Лист
I						EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ	
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

последующим изменением свойств материала в точке воздействия, что приводит также к изменению цвета.

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

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



Рисунок 11 – Лазерная головка с фиксатором инструмента

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

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

Расположение материала для нанесения лазерной гравировки определяется размером изображения. Инструкцию по расположению материала для нанесения лазерной гравировки можно получить при ознакомлении с техникой безопасности в приложении М Edu, выбрав режим «Гравировка».

2					
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Тодпись и дата

5

Внимание!

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

1.2.7 Модуль захвата пишущих инструментов

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



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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

Iнв. № подп.

EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ



Рисунок 13 – 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.

1.2.8 Модуль захвата вакуумного

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

Модуль захвата вакуумного состоит из присоски вакуумного захвата (Рисунок 14) и вакуумного насоса (расположен в блоке коммутации инструмента (Рисунок 9)).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Подпись и дата

Инв. № дубл.

B3am. uhe. Nº

Подпись и дата

нв. № подп.

EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ

^{Лист} 26



Рисунок 14 – Присоска вакуумного захвата

Установка и подключение модуля захвата вакуумного:

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

дпи			
20			
Инв. № дубл.			
Взам. инв. №			
Подпись и дата			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ доку

Подп.

Дата

ЕДИМ01.00.00.00.00.000-РЭ

Примечание

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



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

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

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

1.2.9 Модуль захвата механического

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

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

						Лист
					EDUMU1.00.00.00.00.00-P3	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		28

нв. № подп.



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

Установка и подключение модуля захвата механического:

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Iнв. № подл.

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



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

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

							Лист
I						EDUMU1.00.00.00.000-P3	
I	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		29

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

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

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

Ие подл.	. Nº ПООЛ.		Пода	Лата	EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ
Тодпись и дата	Іодпись и дата				
Взам. инв. N⁰	B3aM. UH8. №				
Инв. № дубл.	Инв. № ауол.				
1					

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

Изм	Пист	№ докум	Подп	Лата	

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

нв. № подп.

EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ

лист **31**

2.2 Подготовка M Edu к использованию

2.2.1 Запуск манипулятора

Для сборки M Edu выполните следующие шаги:

- 1. Установите манипулятор на плоскую поверхность. Убедитесь, что в радиусе 0,5 метров относительно центральной вертикальной оси манипулятора отсутствуют посторонние предметы.
- 2. Переведите тумблер включения питания манипулятора в положение «0».
- 3. Установите нужный вам сменный модуль, закрепите фиксаторы, осуществите коммутацию шнуров к соответствующим разъемам. Если используются модуль лазерной гравировки¹ или модуль захвата вакуумного, расположите блок коммутации инструмента на расстоянии не менее 0,5 м относительно центральной вертикальной оси манипулятора. Если используется модуль 3D-печати, расположите экструдер и держатель катушки PLA-филамента на расстоянии не менее 0,5 м относительно центральной вертикальной оси манипулятора.
- 4. В зависимости от выбранной конфигурации работы подключите к манипулятору персональный компьютер шнуром сетевого интерфейса ETHERNET или монитор (через разъем мультимедийного интерфейса HDMI) и элементы управления (через разъемы шины USB).
- 5. Подключите блок питания к разъему питания POWER 12V.
- 6. Подключите блок питания к бытовой сети 230 В 50 Гц.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Тодпись и дата

- 7. Переведите тумблер включения питания манипулятора в положение «|».
- 8. Нажмите кнопку включения манипулятора. По звуковому сигналу и появлению индикации на светодиодном экране убедитесь, что манипулятор включился. По умолчанию манипулятор примет исходное положение. Исходное положение робота (или нулевое положение) это стартовая позиция для манипулятора при его включении. При некорректной работе системы манипулятора, он возвращается к стартовой позиции, затем повторяет операцию. Это помогает манипулятору всегда иметь точку отсчета для работы.

Лист

32

9. Дождитесь загрузки ubuntu. Должен загрузиться чистый рабочий стол.

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

						EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ
ИНВ	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

2.2.2 Запуск программного обеспечения M Edu (Приложение M Edu)

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

2.3 Использование М Edu. Работа с приложением М Edu

Приложение M Edu позволяет:

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

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

2.3.1 Главное меню приложения M Edu

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

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

¹ — Раздел доступен при наличии в комплектации М Edu сменного модуля лазерной гравировки.

÷ I						
31						
-						
2						
2						ED01001:00:00:00:00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-
Ĕ	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Лист 33

Руко	водство пользователя 🌋 Виртуал	пыный Действия
	Вы бор режима	
Рисование	Гравировка	Дол. 3D-печать
B	¢.	۲ ۲ ۲

Рисунок 18 – Главное меню приложения M Edu

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

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

Примечание

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

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 М Edu используется кнопка «Действие». Выполните следующие действия:

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

5							
е под							Лист
Š.						EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ	<u> </u>
ИНВ	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34



Рисунок 19 – Контекстное меню действий манипулятора

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

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

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

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



Рисунок 20 – Уведомление

2.3.1.2 Режим «Рисование»

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

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

Проверьте, что ваш компьютер подключен к манипулятору.

5							
р Под							Лист
<						EDUMU1.00.00.00.00.000-P3	
ИНВ	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

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

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

Ρ	исова	ние	×
	к * 7 К ¥ У К ¥ У	Свободная настройка	
	G	Blockly	
	Ø	Рисование	
		Руководство пользователя	

Рисунок 21 – Форма выбора способов настройки манипулятора

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

2.3.1.2.1 Способ «Свободная настройка»

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

нв. № подл.

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

1. панели выбора способов настройки манипулятора;

2. области управления узлами поворота манипулятора;

					EDUM01.00.00.00.000-PЭ	Лист
						36
зм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
3. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).



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

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

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

нв. № подп.

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

- «Плечевой поддон» изменяет угол поворота узлов манипулятора влевовправо;
- «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».

							Лист
		-				EDUMU1.00.00.00.00.00-P3	37
I	ИЗМ.	JIUCT	№ ΟΟΚΥΜ.	Подп.	Дата		101

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

2.3.1.2.2 Способ «Blockly»

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

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

- 1. панели выбора способов настройки манипулятора;
- 2. кнопок быстрого действия;
- 3. библиотеки блоков;
- 4. рабочей области;

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

нв. № подл.

5. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).



Рисунок 23 – Панель управления манипулятором способом настройки «Blockly»

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

							Лист
						ЕДИМ01.00.00.00.00.000-РЭ	
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38



Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

нв. № подл

Изм

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

39

- Кнопка «Остановка» – о поворота.	остановить манипулятор во время настройки
🖳 🗋 Библиотека алгоритмов	Запуск на манипуляторе
Движение Звуки Позиции	
	Сохранить Остановка
Рисунок 24	– Раздел «Позиции»
Рабочая область предназначена д	ля построения логической структуры алгоритма.
Для построения структуры выберите н	ужную блок-команду из библиотеки блоков и с
помощью курсора перетащите его в р	абочую область. При нажатии на блок-команду

правой кнопкой мыши отображается контекстное меню (Рисунок 25):

- «Дублировать»;

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подп.

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

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ

_																								
П	epe	eme	ec	гит	ъс	ЯB	TO	ку	(H)	уле	BO	еп	оло	же	ни	e	•							
	a [0	CF	×κν	нл										_									
	-			-Ky	т <i>и</i> д											Лν	бли		ват	ъ		-		
															l '	~,								
																Bc	гав	CN E	вну	трі	И			
																<u> </u>			6	_				
																CB	ерн	Y TE	0	пок				
																От	клю	чи	ть	бло	Ж			
																Va	204	TL	6	or				
																74	a) (M	10	0110			٣	J.	

Рисунок 25 – Контекстное меню блок-команды

Процесс построения логической структуры алгоритма выглядит следующим образом:

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

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

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

2.3.1.2.3 Способ «Рисование»

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

						Лисп
					EDUMU1.00.00.00.00.000-P3	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

Выберите	е изображен	ние				
\bigcirc	\bigcirc		\bigtriangleup	\bigtriangleup	\bigcirc	romobo
Шестиугольник	Круг	Квадрат	Треугольник	Звезда	Пятиугольник	Логотип Promobot
xomobo		A	Б	В		Д
Логотип Promobot (штрихованный)	Логотип Promobot (без букв)	Буква А	Буква Б	Буква В	Буква Г	Буква Д
Ε	Ë	Ж	З	\square	Й	К



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

Для повторного выбора изображения нажмите кнопку

Во время рисования функция остановки манипулятора временно отсутствует.

2.3.1.3 Режим «Гравировка»¹

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

Проверьте, что ваш компьютер подключен к манипулятору.

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

інв. № подл.

EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ

Ш	ar 1 из 3
	ВНИМАНИЕ! ПРИ ЛЮБЫХ ДЕЙСТВИЯХ С ЛАЗЕРОМ НЕОБХОДИМО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ЗАЩИТНЫЕ ОЧКИ. В ПРОТИВНОМ СЛУЧАЕ ВЕЛИКА ВЕРОЯТНОСТЬ ОЖОГА СЕЧАТКИ ГЛАЗА.
•	Лазер может нагревать объекты, когда он находится в сфокусированном состоянии, поэтому такие объекты, как бумага иг дерево, могут быть гравированы или сожжены
•	НЕ направляйте лазер на людей или животных
•	НЕ позволяйте детям играть с ним в одиночку
•	Необходим постоянный контроль
•	Немедленно выключите лазер после гравировки
•	В комплект входят мелкие запасные части, поэтому, пожалуйста, держите их подальше от детей, так как они представляю опасность удушья
•	НЕ позволяйте детям играть с манипулятором Promobot M Edu в одиночку. Все процессы должны контролироваться во время работы. После завершения процессов, пожалуйста, немедленно выключите оборудование
•	При использовании лазерного модуля, пожалуйста, надевайте защитные очки
•	Избегайте прямого воздействия излучения на глаза или кожу. Держитесь на безопасном расстоянии от лазера, чтобы избежать случайных травм
•	НЕ помещайте руки в рабочую зону во время работы манипуляторома Promobot M Edu. Невыполнение этого требования может привести к синякам и/или защемлению
•	Используйте стойкую к возгоранию поверхность в качестве подложки, на которой будет находится объект, предназначенный для обработки. Для этого подойдет лист стекла или металла. Важно, чтобы подложку не мог прожечь лазер. В качестве обрабатываемого материала лучше всего использовать плотный картон, но подойдут и листы канцелярской бомаги

Рисунок 27 – Уведомление «Техника безопасности»

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

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

) <i>п. Подпись и</i> с						
N≘noö						EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ
Инв.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

авировка		
^{ڋ *}) د پ ک که ک	настройка	
G Blockly		
C++ / Python		
Рисование		
Руководство) пользователя	

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

2.3.1.3.1 Способ «Свободная настройка»

Подпись и дата

дубл.

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

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

Инв. No (
Взам. инв. Nº							
Подпись и дата							
годл.							Лис
IHB. No	Изм	Пист	№ докум	Подп	Пата	EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ	44



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

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

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

- «Плечевой поддон» изменяет угол поворота узлов манипулятора влевовправо;
- «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

						Лисп
					EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ	45
1зм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45

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

2.3.1.3.2 Способ «Blockly»

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

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

- 1. панели выбора способов настройки манипулятора;
- 2. кнопок быстрого действия;
- 3. библиотеки блоков;
- 4. рабочей области;

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Тодпись и дата

5

5. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).

1 < На главную	⊻ 🗅	🗟 Библиотека алгоритмов 🕨 Запуск на манипуляторе	2
Z c	Движение ³ Звуки	4	5
Виртуальный Действия	Позиции		
Руководство пользователя			
く 、 、 、 メ メ 、 、 メ 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、			
Blockly			
C++ / Python			
Рисование версия: 1.6.0			

Рисунок 30 – Панель управления манипулятором способом настройки «Blockly»

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

<u>p</u>					
2					
1H8	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ

лист **46**

		Кнопки бы	строго д	цейст	вия:	
		\downarrow		- c	качать алгоритм программы в текстовом формате	
		$\begin{bmatrix} a_i \\ \rightarrow \end{bmatrix}$		- 3	агрузить алгоритм программы в текстовом формате	
	Б Б	иблиотека алг	оритмов] – 0	ткрыть список готовых алгоритмов	
	▶ 3	апуск на маниг	іуляторе] -3	апуск на манипуляторе	
		Библиотека	а блоков	в соде	ержит разделы блок-команд:	
		- Раздел	«Движ«	ение»	содержит следующие блок-команды:	
		- «Пер	емести	гься н	з точку X за t секунд», где X – это выбор позиции, t – з	это
		врем	я движе	ения м	манипулятора;	
		- «Под	цождать	t ceĸ	унд», где t – это время ожидания манипулятора;	
		- «Лаз	ерный	грав	ер Включен/Выключен» – включение лазера ли	або
		ВЫКЛ	ючение	лазеј	p.	
		- Раздел	«Звуки	» сод	ержит следующие блок-команды:	
		- «Boc	произве	ести а	аудио {sound, start, finish, wait} Фоновое воспроизведен	ние
		{фла	г}», где	e sour	nd – звук, start – начинать, finish – заканчивать, wat – ч	по,
		флаг	— во	спрои	извести выбранное аудио с возможностью фоново	ого
		восп	роизвед	ения.		
		- Разлел	і и «Пози	́ шии»	содержит кнопку «Добавит позицию». при нажатии	на
		котору	ю откр	ывает	гся форма для создания позиции манипулятора. Фог	ма
		солерж	ит (Рис	унок	31):	
		- Поле	е «Наим	енова	 ние» – это X в блок-команле «Переместиться в точку X	(วล
		t cer	vнл» na	злепа	«Лвижение».	
		Поле	$u \Pi n \sigma u$	опуш		
		- пол	клюцат	олт и	L if a payton L and L a	
		- Hepe	ключат		Lпе-режим» – движение манипулятора только по кног	IKC
		riay.				
		- 0018	коть «п	acrpo	ить поворот» – область настройки угла поворота узл	IOB
		мани	пулятој	paci	помощью слаидеров. Значение угла поворота узла мож	ίнο
		BBec	ги вручн	ную в	специальном поле напротив слаидера, после ввода нажа	ать
		Enter	[.			
	1			1		
\vdash					EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ	Лист
Изм	1. Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

Г

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. N⁰

Подпись и дата

Инв. Nº подп.

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

Движение Звуки	Добавить позицию	Позиция 🗁 🔿
Позиции		Наименование
		Введите имя позиции
		Продолжительность, сек.
		0,5
		Life-режим Движение манипулятора только по кнопке Play
		Настроить поворот
		Decised entry.
		г шемевой поддон
		0 0
		Подъём плеча ()
		17 17
		Локоть 0
		-21 -21

Рисунок 31 – Раздел «Позиции»

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

- «Дублировать»;

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Тодпись и дата

5

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

ПOĈ						
S. ≥						EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ
Инв	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Лист **48**

П	eper	мес	стит	ГЬС	яв	точ	ку	H	уле	BO	еп	оло	же	ние	e •]						
38	0) c	еку	нд																	r.	
														ļ	1убл	ир	ова	ΙТЬ				
														E	Вста	BK	I BH	оту	и			
														0	звер	эну	ть (оло	¢			
														(Откл	юч	ить	бл	ок			
														5	/дал	ит	. бr	юк				
														_						Ŧ	J.,	

Рисунок 32 – Контекстное меню блок-команды

Процесс построения логической структуры алгоритма выглядит следующим образом:

- 1. Создайте позиции, то есть точки, между которыми манипулятор будет выполнять перемещение.
- 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»

Подпись и дата

Инв. № дубл.

B3am. uhe. Nº

Подпись и дата

1нв. № подл.

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

						Лист
					EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ	- 10
Изм	Пист	Νο συκλω	Подп	Пата		49

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

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

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

- 1. панели выбора способов настройки манипулятора;
- 2. кнопок быстрого действия;
- 3. рабочей области;

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

4. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).



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

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

5							
бопа							Лист
×						EDUM01.00.00.00.00.000-P Э	
Į	Изм.	Лист	№ док∨м.	Подп.	Лата		50



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

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

2.3.1.3.4 Способ «Рисование»

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

подп						
§.						
1 Н6	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

Ducan							
выоерит	е изоораж	ение					
\bigcirc		\wedge					
\bigcirc		\square					
Шестиугольник	Квадрат	Треугольник					

Рисунок 34 – Библиотека рисунков

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

Для повторного выбора изображения нажмите кнопку

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

Во время гравировки функция остановки манипулятора временно отсутствует.

2.3.1.4 Режим «Механический захват»

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Iнв. № подл.

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

Проверьте, что ваш компьютер подключен к манипулятору.

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

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

				<u> </u>		Лист
					EDUMU1.00.00.00.000-P3	50
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

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

Механи	ический захват	×
ڋؠؙ	Свободная настройка	
G	Blockly	
>_	C++ / Python	
	Руководство пользователя	

Рисунок 35 – Форма выбора способов настройки манипулятора

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

2.3.1.4.1 Способ «Свободная настройка»

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ

лист 53



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

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

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

- «Плечевой поддон» изменяет угол поворота узлов манипулятора влевовправо;
- «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.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

Iнв. № подл.

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

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

2.3.1.4.2 Способ «Blockly»

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

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

- 1. панели выбора способов настройки манипулятора;
- 2. кнопок быстрого действия;
- 3. библиотеки блоков;
- 4. рабочей области;

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Тодпись и дата

5. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).



Рисунок 37 – Панель управления манипулятором способом настройки «Blockly»

Лист

55

. N <u>₽</u> ПОЙ						EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ
ИНВ	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

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

Кнопки быстрого действия:



– скачать алгоритм программы в текстовом формате

- загрузить алгоритм программы в текстовом формате

🖂 Библиотека алгоритмов

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Iнв. № подл.

– 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.
 - «Сжать на N °» сжать или разжать когти захвата на N градусов, где N угол разжатия когтей относительно вертикальной оси.
 - «Повернуть насадку на N °» изменить угол поворота четвертого узла, где N
 угол разворота поворотного модуля инструмента.
- Раздел «Звуки» содержит следующие блоки-команды:

«Воспроизвести аудио {sound, start, finish, wait} Фоновое воспроизведение {флаг}», где sound – звук, start – начинать, finish – заканчивать, wat – что, флаг – воспроизвести выбранное аудио с возможностью фонового воспроизведения.

Раздел «Позиции» содержит кнопку «Добавить позицию», при нажатии на которую открывается форма для создания позиции манипулятора. Форма содержит (Рисунок 38):

Поле «Наименование» – это X в блоке-команды «Переместиться в точку X за t секунд» раздела «Движение»;

- Поле «Продолжительность, сек» – это время движения манипулятора;

	-						_
L							Лист
						EDUMU1.00.00.00.00.00-P3	
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

- 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.

⊻ [;	🖾 Библиотека алгоритмов	Запуск на манипуляторе
Движение Звуки	Добавить позицию	Позиция ▷ 🗙
Позиции		Наименование Введите имя позиции Продолжительность, сек.
		0,5 С Life-режим Движение манипулятора только по кнопке Play
		Настроить поворот
		Плечевой поддон 0 0
		Подъём плеча 0 -17 -17
		Локоть 0 -21 -21
		Сохранить Остановка

Рисунок 38 – Раздел «Позиции»

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

- «Дублировать»;

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

1нв. Nº подл.

					EDUM01 00 00 00 000 B3			
					EDUMU1.00.00.00.00.000-P3			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		57		

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

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

нв. № подл.

1	Пе	рем	iec	тит	ъся	яB	TOL	іку	H	/ле	BO	еп	оло	же	ни	e ,							
l	за	0	С	еку	нд										_							r	
÷	-															Дуб	пир	ова	ть			۲.	
																Вста	авк	и вн	утр	и		۰.	
																Ceo	nuv	(TL 6	500	,		۰.	
																CBe	рну	ы	010			۰.	
																Отк	пюч	ить	бл	ок			
																Удал	пит	ъбл	юк			× .	
															_						*).	

Рисунок 39 – Контекстное меню блок-команды

Процесс построения логической структуры алгоритма выглядит следующим образом:

- 1. Создайте позиции, то есть точки, между которыми манипулятор будет выполнять перемещение.
- Добавьте в рабочую область блок-команды из раздела «Движение» в каждой блок-команде должна быть указана позиция, в которую необходимо переместиться.
- 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.

2.3.1.4.3 Способ «C++/Python»

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

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

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

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

- 1. панели выбора способов настройки манипулятора;
- 2. кнопок быстрого действия;
- 3. рабочей области;

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

інв. № подл.

4. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).



Лист

59

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:



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

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

2.3.1.5 Режим «Вакуумный захват»

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

нв. № подп.

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

Проверьте, что ваш компьютер подключен к манипулятору.

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

					EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ
Изм	Пист	No goran	Подп	Пата	

- «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.

Механ	ический захват	×
د ب ب ب ب ب	Свободная настройка	
Ç	Blockly	
>_	C++ / Python	
	Руководство пользователя	

Рисунок 41 – Форма выбора способов настройки манипулятора

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

2.3.1.5.1 Способ «Свободная настройка»

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

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

I	Подп					
	л.					
I	под					
I	<u>م</u>					
l	ИНВ	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Подпись и дата

Инв. № дубл.

B3am. uhe. Nº

u ðama

EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ

лист 61



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

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

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

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

- «Плечевой поддон» изменяет угол поворота узлов манипулятора влевовправо;
- «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».

5						
Под						
₹						EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ
1HB	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

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

2.3.1.5.2 Способ «Blockly»

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

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

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



Рисунок 43 – Панель управления манипулятором способом настройки «Blockly»

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

Кнопки быстрого действия:

						Лист
					EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ	
Изм.	Лист	№ док∨м.	Подп.	Лата		63

не. № подл. Подпись и дата Взам. ине. № Ине. № дубл. Подпись и дата

\downarrow	— скача	ть алгоритм программы в текстовом формате	
$\begin{bmatrix} a_1 \\ \cdot \rightarrow \end{bmatrix}$	– загру	зить алгоритм программы в текстовом формате	
🖾 Библиотека алго	оритмов – откры	ить список готовых алгоритмов	
Запуск на манип	уляторе – запус	к на манипуляторе	
Библиотека	а блоков содержи	т разделы блок-команд:	
- Раздел	«Движение» сод	ержит следующие блок-команды:	
- «Пер	еместиться в точ	ку X за t секунд», где X – это выбор позиции, t – з	это
врем	я движения мани	пулятора;	
- «Под	ождать t секунд>	», где t – это время ожидания манипулятора.	
- «Вак	уумный захват	Включен/Выключен» – включение насоса ли	або
ВЫКЛ	ючение насоса.		
- «Пов	ернуть насадку н	а N °» – изменить угол поворота четвертого узла, где	e N
— уго	л разворота пово	ротного модуля инструмента.	
- Раздел	«Звуки» содержи	ит следующие блоки-команды:	
- «Boc	произвести ауди	o {sound, start, finish, wait} Фоновое воспроизведен	ние
{фла	г}», где sound –	звук, start – начинать, finish – заканчивать, wat – ч	іто,
флаг	– воспроизвес	сти выбранное аудио с возможностью фоново	ого
воспј	роизведения.		
 - Раздел	и «Позиции» сод	ержит кнопку «Добавить позицию», при нажатии	на
котору	ю открывается	форма для создания позиции манипулятора. Фор	ома
содерж	хит (Рисунок 44):		
- Поле	«Наименование	» – это X в блоке-команды «Переместиться в точку	уX
за t с	екунд» раздела «	Движение»;	
- Поле	«Продолжитель	ность, сек» – это время движения манипулятора;	
- Пере	ключатель «Life	-режим» – движение манипулятора только по кног	пке
Play.			
- Обла	сть «Настроить	поворот» – область настройки угла поворота узл	ЛОВ
мани	пулятора с помо	ощью слайдеров. Значение угла поворота узла мож	кно
			Лист
Изм. Лист № докум.	Подп. Дата	EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ	64

Г

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подп.

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

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

⊥ [*,	🗟 Библиотека алгоритмов	Запуск на манипуляторе	
Движение Звуки	Добавить позицию	Позиция	\times
Позиции		Наименование Введите имя позиции	
		Прадалжительность, сек. 0,5	
		Life-режим Движение манипулятора только по кнопке Play	
		Настроить поворот	
		Плечевой падаон	
		0 0	
		Подъём плеча ()	
		-17 -17	
		Локоть ()	
		-21 -21	
		Сохранить Остановка	

Рисунок 44 – Раздел «Позиции»

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

- «Дублировать»;

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

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

5							
рои _б							Лист
2						ЕДИМ01.00.00.00.00.000-РЭ	
Инв	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

ſ	leŗ	рем	ec	тит	ЪС	я B	точ	ку	H	уле	BO	еп	оло	же	ни	e	2							
	а	0	С	еку	нд										-				_				ï.	
	~		÷									κ.	×			Ду	бли	ров	ат	Ь				
																Bc	гави	ИВ	ну	трі	1			
																			_					
																Св	ерн	уть	бл	юк				
																От	клю	чит	ъ (бло	к			
																Ула	али:	ть б	бло	к				
															_	- 141					_	Ŧ	J.	

Рисунок 45 – Контекстное меню блок-команды

Процесс построения логической структуры алгоритма выглядит следующим образом:

- 1. Создайте позиции, то есть точки, между которыми манипулятор будет выполнять перемещение.
- 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^o» 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»

Подпись и дата

Инв. № дубл.

B3am. uhe. Nº

Подпись и дата

нв. № подл.

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

						Лист
					EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ	
Изм	Пист	No gokaw	Подп	Лата		66

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

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

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

- 1. панели выбора способов настройки манипулятора;
- 2. кнопок быстрого действия;
- 3. рабочей области;

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Тодпись и дата

4. области воспроизведения движений манипулятора (виртуальная среда).



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

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

100						
. N⊴						EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ
ЛНВ	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

лист 67



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

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

2.3.1.6 Режим «Без насадки»

Режим «Без насадки» позволяет управлять манипулятором без установки насадки. Проверьте, что ваш компьютер подключен к манипулятору.

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

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

						Лисп
					EDUMU1.00.00.00.00.00-P3	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

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

Без нас	садки Х
۴ ۲ ۶ ۲ ۶	Свободная настройка
>_	C++ / Python
	Руководство пользователя

Рисунок 47 – Форма выбора способов настройки манипулятора

2.3.1.6.1 Способ «Свободная настройка»

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Тодпись и дата

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

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

	1 С На главную Виртуальный Действия Руководство пользователя Свободная настройка Свободная настройка	Становить	3
	версия: 1.6.0		
Рисунов	с 48 – Пан	ель управления манипу настр	лятором способом настройки «Свободная юйка»

S							
роц а							Лист
~						EDUM01.00.00.00.00.000-PG	
Ине	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69

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 влевовправо;
- «Подъем плеча» изменяет угол поворота узлов поворота манипулятора вперед-назад;

- «Локоть» – изменяет угол поворота узлов манипулятора вверх-вниз;

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

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

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

2.3.1.6.2 Способ «C++/Python»

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

нв. № подл.

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

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

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

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

1. панели выбора способов настройки манипулятора;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Лист 70

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



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

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

Кнопки быстрого действия:

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

інв. № подл.



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 М 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:

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

нв. № подп.

 производить действия, противоречащие эксплуатационной документации на М Edu;

					EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ	Лист
						72
Изм.	. Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
- оставлять работающий манипулятор M Edu без присмотра;
- позволять лицам младше 18 лет использовать М 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:

Подпись и дата

Инв. № дубл.

₹

Взам. инв.

Подпись и дата

- 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.

ŝ						
ž I						
Ž						
0	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

EDUM01.00.00.00.00.000-P3

Лист **73** 2.3.2.4 Меры безопасности при работе с модулем захвата вакуумного и механического

Запрещается:

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

1нв. Nº подл.

Лист

Изм

№ докум.

Подп.

Дата

- 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

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

Таблица 3 – Возможные неисправности и их устранение

Проблема		Возможная причина	Устранение		
Приложение М открывается	Edu не	Возможны проблемы с сетью или ее настройками	Перезапустите приложение, при повторении ошибки обратиться в системному администратору для проверки настроек сети		
Манипулятор М осуществляет дейс отправке команды за	Edu не твий при пуска	Возможны проблемы с подключением манипулятора M Edu	Перезапустите манипулятор, закройте приложение, перезапустите компьютер и откройте приложение заново. Обратитесь в службу поддержки		
			л оо оо оо го		

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



Подп						
<u>Э</u> п.						
з. N₂ поċ						EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ
Ине	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ М ЕDU И ЕЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

3.1 Общие указания

Техническое обслуживание М 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

Подпись и дата

Инв. № дубл.

B3am. uhe. Nº

Подпись и дата

нв. № подл.

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 М 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.

						Лист
					EDUMU1.00.00.00.000-P3	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		/6

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.

Подпись и дата							
Инв. № дубл.							
Взам. инв. №							
Подпись и дата							
Инв. Nº подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ларания и пределения и п Пределения и пределения и пределени	пис 7

4 ХРАНЕНИЕ

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

М 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.

ИНВ. Г	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	EDUMU1.00.00.00.00.00-P3	Γ
че подл.							J
I Іодпись и дата							
B3aM. UH8. №							
ИНВ. Nº ЛУОЛ.							
I Іодпись и да							

5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Транспортировку М Edu необходимо производить в оригинальной упаковке.

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

В случае транспортировки M Edu в условиях отрицательных температур после окончания транспортировки нужно обязательно оставить M 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 M Edu внутри транспортного средства.

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

подп.						
§. ≥						
Ине	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

6 УТИЛИЗАЦИЯ

Подпись и дата

5

Срок эксплуатации М Edu 3 года.

Если M Edu повреждена так, что ее больше нельзя использовать, утилизируйте ее. загрязнения окружающей все Для предотвращения среды отходы, образующиеся при утилизации M Edu и ее частей, подлежат обязательному сбору с последующей утилизацией установленном В порядке с действующими требованиями отраслевой В соответствии И нормами И нормативной документации, в том числе в соответствии с СанПиНом 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования обезвреживанию размещению К И 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.

Инв. № ду							
Bзам. инв. №							
Подпись и дата							
тодл.							Лис
6. No						EDUM01.00.00.00.00.000-PЭ	0
E	Изм	Пист	Νο συκλω	Подп	Лата		

					Л	ист регистр	ации измен	ений			
			Н	Іомера листо	ов (стран	иц)	Всего		Входящий номер		
	Изм	Изм.	изменен- ных	заменен- ных	новых	аннулиро- ванных	листов (страниц) в доку- менте	Номер доку- мента	сопроводи- тельного документа и дата	Под- пись	Датя
	-										
	-										
	-										
	-										
	F										
	-										
	-										
	-										
╞											
	Изм	Пист	Nº ∂OKVM	Пода	Лата		EDUM01.0	0.00.00.	00.000-РЭ		ŀ