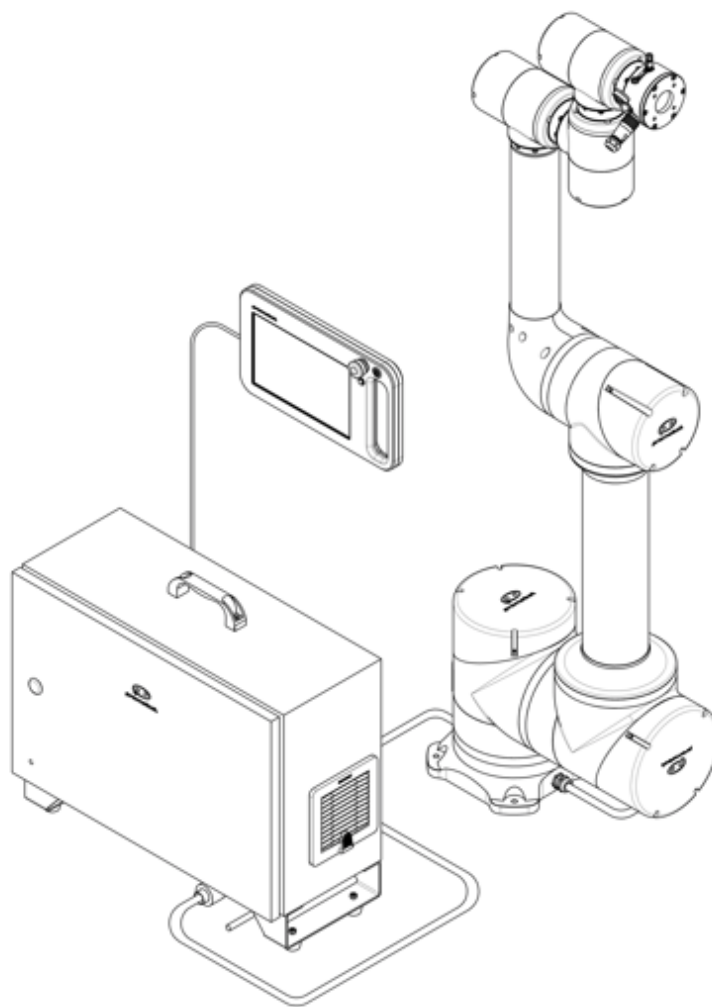


# **ПРОГРАММНО – АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС PROMOBOT M13**

Руководство по эксплуатации



Редакция: 22.10.2025

## **Информация для пользователя**

Внешний вид комплекса и пользовательского интерфейса может отличаться от изображений, представленных в данном документе. Предприятие-производитель постоянно улучшает продукт, и данное руководство систематически актуализируется. Предприятие-производитель оставляет за собой право вносить изменения без снижения качества и технических характеристик.

## Содержание

I. ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ	
PROMOBOT M13 .....	I-8
1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА .....	I-8
1.1 Описание и работа Promobot M13 .....	I-8
1.2 Описание и работа составных частей Promobot M13 .....	I-17
2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....	I-23
2.1 Эксплуатационные ограничения Promobot M13 .....	I-23
2.2 Подготовка Promobot M13 к использованию .....	I-25
2.3 Использование Promobot M13 .....	I-40
2.4 Демонтаж.....	I-42
3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....	I-43
3.1 Регламентное техническое обслуживание Promobot M13.....	I-43
3.2 Диагностика неисправностей Promobot M13.....	I-45
3.3 Рекомендации по ремонту Promobot M13.....	I-47
3.4 Хранение запасных частей Promobot M13 .....	I-47
3.5 Регистрация обслуживания и ремонта Promobot M13 .....	I-47
4. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ .....	I-48
4.1 Общие требования безопасности .....	I-48
4.2 Требования к оператору.....	I-49
4.3 Рабочее окружение манипулятора.....	I-50
4.4 Действия в аварийных ситуациях .....	I-51
5. БЕЗОПАСНОСТЬ .....	I-53
5.1 Индикация.....	I-53
6. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА.....	I-54
7. ХРАНЕНИЕ.....	I-56
7.1 Условия хранения.....	I-56
7.2 Подготовка к хранению.....	I-57
7.3 Периодическое обслуживание во время хранения .....	I-57
7.4 Подготовка к использованию после хранения .....	I-57

7.5	Хранение запасных частей и аксессуаров.....	I-57
8.	ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ .....	I-57
9.	УТИЛИЗАЦИЯ .....	I-58
II.	ПРИЛОЖЕНИЕ PROMOVOT M CONTROL .....	II-1
1.	ВВЕДЕНИЕ .....	II-1
2.	АВТОРИЗАЦИЯ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ МАНИПУЛЯТОРА.....	II-1
3.	РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ .....	II-3
4.	СОЗДАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	II-6
4.1	Создание программ с помощью языка программирования Blockly.....	II-8
4.2	Создание программ с помощью языка программирования Python .....	II-17
4.3	Создание программ с помощью языка программирования C++ .....	II-18
4.4	SDK.....	II-18
5.	МОНИТОРИНГ .....	II-19
6.	ОБНОВЛЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ .....	II-20

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления пользователей с устройством, принципами работы, правилами эксплуатации, технического обслуживания и ремонта программно-аппаратного комплекса Promobot M13.

Руководство содержит основные сведения о комплексе, инструкции по монтажу, демонтажу, использованию, обслуживанию, описание режимов работы, рекомендации по устранению неисправностей и правила безопасности.

Руководство по эксплуатации предназначено для следующих категорий пользователей:

- операторов, работающих непосредственно с Promobot M13;
- инженеров, отвечающих за настройку, программирование и диагностику Promobot M13;
- технического персонала, выполняющего техническое обслуживание, ремонт и проверку работоспособности Promobot M13.

Документ также может быть использован иными категориями пользователей для обучения персонала и в качестве справочного материала при работе с Promobot M13.

Функциональные возможности манипулятора нацелены на использование в следующих сферах промышленности: пищевой, химической, деревообрабатывающей, автомобилестроении, металлургии и металлообработке, других сферах.

Promobot M13 представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из манипулятора, шкафа управления и пульта управления. В состав комплекса также входят соединительные элементы и управляющее программное обеспечение.

Promobot M13 изготовлен по ТУ 28.99.39-006-40897141-2024. По электробезопасности Promobot M13 удовлетворяет требованиям аппаратуры 1 класса по ГОСТ IEC 60204-1.

Качество и безопасность Promobot M13 подтверждается сертификатами ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования», ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования», ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств».

**Сведения о производителе**

Производитель: ООО «ПРОМОБОТ»

Юридический адрес: 614066, Россия, г. Пермь, Шоссе Космонавтов, стр.111А,  
пом. 6

Фактический адрес: 614066, Россия, г. Пермь, Шоссе Космонавтов, стр.111А,  
пом. 6

Телефон: +7 (342) 257-80-85

E-mail: [info@promo-bot.ru](mailto:info@promo-bot.ru)

Сайт: <https://promo-bot.ru/>

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

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

Promobot M13 / Комплекс	– робот промышленный адаптивный с контурным управлением электромеханический Promobot M13
ПО	– программное обеспечение
ПУ	– пульт управления
СП	– сервопривод
ЦТИ	– центральная точка инструмента

# **I. ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ PROMOBOT M13**

## **1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА**

### **1.1 Описание и работа Promobot M13**

#### **1.1.1 Назначение**

Робот промышленный адаптивный с контурным управлением электромеханический Promobot M13 предназначен для выполнения задач автоматизации в промышленных и лабораторных условиях. Манипулятор с шестью степенями свободы обеспечивает высокоточное перемещение, позиционирование и обработку объектов в пространстве.

Promobot M13 интегрируется в условия рабочей среды с применением дополнительного оборудования и оснастки.

Области применения:

- сварка (перемещение сварочного инструмента по заданной траектории);
- перемещение готовой продукции, полуфабрикатов и товарно-материальных ценностей;
- перемещение заготовок и деталей (автоматизированная загрузка или выгрузка деталей в станки с ЧПУ, литейные машины, прессы; работа с тяжелыми заготовками);
- механическая обработка деталей: зачистка, полировка, шлифовка (использование абразивных инструментов для финишной обработки поверхностей и минимизация дефектов благодаря точному повторению профиля изделия), фрезеровка (выполнение черновой и чистовой обработки металлических или пластиковых заготовок);
- сканирование объектов (3D-сканирование для контроля геометрии деталей, выявления дефектов; интеграция с системами компьютерного зрения для автоматической коррекции производственных процессов; применение в реверс-инжиниринге и цифровом моделировании);



- нанесение жидкостей и материалов: клей, краска, герметик и прочее;
- использование в качестве образовательного оборудования для обучения студентов основам робототехники, программирования и автоматизации, для отработки реальных производственных сценариев в лабораториях;
- использование в качестве демонстрационного оборудования на выставках, конференциях, в шоурумах.

### 1.1.2 Технические характеристики

Основные технические характеристики Promobot M13 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики Promobot M13

Параметр	Значение
<b>Основные характеристики</b>	
Количество степеней свободы манипулятора	6
Грузоподъемность манипулятора, кг	13
Линейная скорость перемещения центральной точки инструмента (ЦТИ), м/с	1
Средняя повторяемость, не хуже, мм	0,05
Рабочий радиус от оси основания, (рабочая зона), мм	от 150 до 1300
Рабочий диапазон суставов*, градус	± 358
Степень защиты корпуса манипулятора	IP56
Габаритные размеры манипулятора, не более	
Длина, мм	1696
Ширина, мм	546
Высота, мм	262
Габаритные размеры манипулятора (транспортное положение), не более	
Длина, мм	540
Ширина, мм	1008
Высота, мм	403

Параметр	Значение
Габаритные размеры манипулятора в упаковке, не более	
Длина, мм	1139
Ширина, мм	660
Высота, мм	605
Масса манипулятора, не более, кг	66
Масса манипулятора с пультом управления в упаковке, не более, кг	75
Степень защиты корпуса шкафа управления	IP44
Габаритные размеры шкафа управления, не более	
Длина, мм	693
Ширина, мм	279
Высота, мм	592
Габаритные размеры шкафа управления в упаковке, не более	
Длина, мм	747
Ширина, мм	362
Высота, мм	649
Масса шкафа управления, не более, кг	25
Масса шкафа управления в упаковке, не более, кг	27
Степень защиты корпуса пульта управления	IP54
Габаритные размеры пульта управления, не более	
Длина, мм	392
Ширина, мм	227
Высота, мм	52
Масса пульта управления, не более, кг	3
Температура эксплуатации, °C	от +5 до +50
Относительная влажность максимальная (без конденсации), %	80
Номинальная потребляемая мощность, Вт	2500
Максимальная потребляемая мощность манипулятора в сборе 230 В АС, не более, Вт	3600

Параметр	Значение
Максимальная потребляемая мощность манипулятора 48 В DC, Вт	3200
Максимальная потребляемая мощность пульта управления 12 В DC, Вт	10
Ресурс, не менее, часов	10000
Относительная влажность при 25 °С (без конденсации), не более, %	80
Разъем для подключения инструмента	SF812B/S8
Интерфейс механический	фланец круглый в соответствии с ГОСТ Р 60.3.4.1-2017/ ИСО 9409-1:2004 63-4-M6
<b>Шкаф управления</b>	
Состав аппаратных компонентов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вычислительный блок;</li> <li>- плата безопасности;</li> <li>- плата компенсации;</li> <li>- блоки питания</li> </ul>
<b>Характеристики вычислительного блока</b>	
Процессор	4-ядерный с тактовой частотой 3,3/4,3 ГГц
Оперативная память, не менее, Гб	16
Стандарты Wi-Fi	IEEE 802.11ac, IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, Wi-Fi Direct
Частота беспроводной связи, ГГц	2.4, 5
Объем памяти для хранения данных, не менее, Гб	120

Параметр	Значение
Сервисная панель	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 разъем входного питания 230 В 50 Гц;</li> <li>- 1 разъем для подключения пульта управления;</li> <li>- 1 разъем для подключения манипулятора</li> </ul>
Пользовательская панель	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 11 разъемных клеммников 15EDGVC-3.5-08P-14;</li> <li>- 1 разъемный клеммник 15EDGVC-3.5-04P-14;</li> <li>- 1 разъем USB тип А для подключения периферийных устройств;</li> <li>- 1 разъем Ethernet для подключения к внешней сети;</li> <li>- 1 разъем HDMI для подключения внешнего монитора</li> </ul>
<b>Пульт управления</b>	
Разрешение сенсорного экрана, точек	1280x800
Диагональ экрана, дюйм	10,1
*В значении параметра указан полный механический диапазон движения сервопривода. Доступный диапазон может быть меньше из-за ограничений, предотвращающих самоколлизии манипулятора	

Габаритные размеры составных частей Promobot M13 (см. Рисунок I-1).

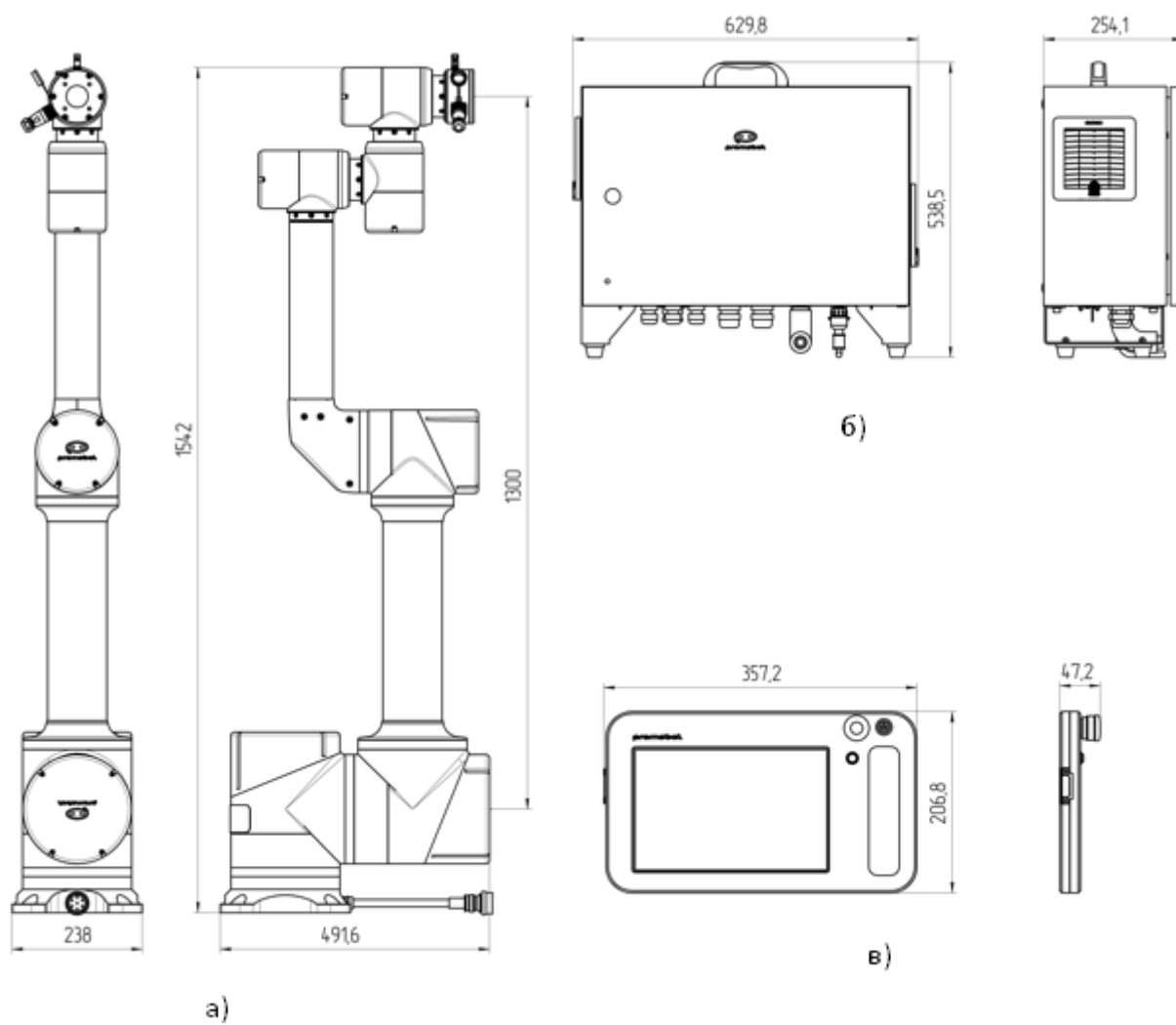


Рисунок I-1 – Габаритные размеры составных частей Promobot M13, где: а) манипулятор, б) шкаф управления, в) пульт управления

### 1.1.3 Состав

Общий вид Promobot M13 (см. Рисунок I-2).

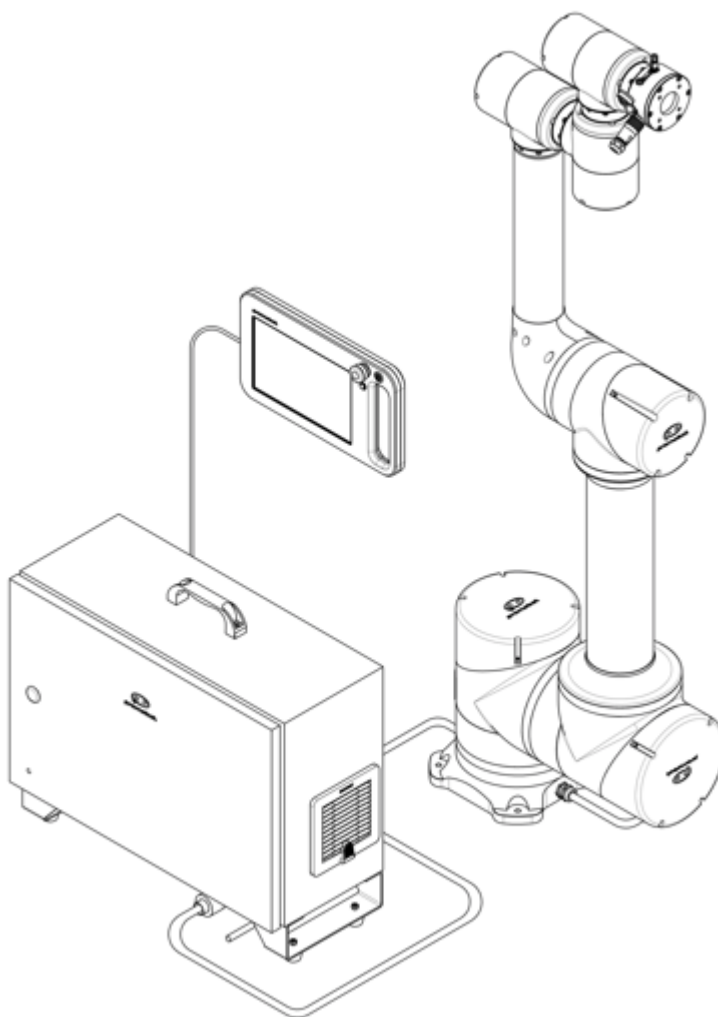


Рисунок I-2 – Общий вид Promobot M13

В комплект Promobot M13 входит:

- манипулятор Promobot M13;
- пульт управления Promobot M13;
- шкаф управления Promobot M13;
- встроенное программное обеспечение Promobot M Control;
- комплект кабелей;
- паспорт;
- руководство по эксплуатации;
- лист описи поставки.

### 1.1.4 Маркировка

Маркировка выполнена в виде этикеток, расположенных на упаковке Promobot M13, а также на манипуляторе, шкафе управления и пульте управления.

Транспортные этикетки (см. Рисунок I-3) располагаются на боковых поверхностях соответствующих упаковок.

  
**Программно-аппаратный комплекс Promobot M13**  
№: \_\_\_\_\_ XX.XXXX  
Дата пр-ва \_\_\_\_\_ 2025 г.  
**Изготовитель:**  
ООО «Промобот», Россия,  
г. Пермь, ул. Шоссе Космонавтов,  
стр. 111а, помещ. 6  
  

+ 7 (342) 257-80-85
info@promo-bot.ru
Promobot_Support_bot

  
Сделано в России

а)

**Манипулятор Promobot M13**  
**Пульт управления Promobot M13**  
  
№: \_\_\_\_\_ Произведено: \_\_\_\_\_ 2025 г.  

Основные технические данные	Наименование изделия	Манипулятор	Пульт-управления
	Габаритные размеры	≤600x300x1550 мм	≤400 x300x100 мм
	Масса изделия	≤75 кг	≤2 кг
Электрические характеристики	Номинальное напряжение питания	48±3 В	12±0,5 В
	Макс. потребляемая мощность изделия	3200 Вт	10 Вт

  
**Изготовитель:**  
ООО «Промобот»,  
Россия, г. Пермь,  
ул. Шоссе Космонавтов,  
стр. 111а, помещ. 6  
Произведен в соответствии с ТУ 28.99.39-001-40897141-2025  
Содержит: манипулятор и пульт-управления  
Срок службы: 5 лет  
Гарантийный срок: 12 месяцев  
  
Сделано в России  

+ 7 (342) 257-80-85	info@promo-bot.ru	Promobot_Support_bot
---------------------	-------------------	----------------------

б)

**Шкаф управления Promobot M13**  
  
№: \_\_\_\_\_ Произведено: \_\_\_\_\_ 2025 г.  

Основные технические данные	Наименование изделия	Шкаф управления
	Габаритные размеры	≤650x300x540 мм
	Масса изделия	≤35 кг
Электрические характеристики	Номинальное напряжение питания	230±20 В, 55±8 Гц
	Макс. потребляемая мощность изделия	3600 Вт

  
**Изготовитель:**  
ООО «Промобот»,  
Россия, г. Пермь,  
ул. Шоссе Космонавтов,  
стр. 111а, помещ. 6  
Произведен в соответствии с ТУ 28.99.39-001-40897141-2025  
Содержит: шкаф управления Promobot M13  
Срок службы: 5 лет  
Гарантийный срок: 12 месяцев  
  
Сделано в России  

+ 7 (342) 257-80-85	info@promo-bot.ru	Promobot_Support_bot
---------------------	-------------------	----------------------

в)

Рисунок I-3 – Транспортные этикетки, где: а) этикетка на общей упаковке Promobot M13, б) этикетка на упаковке манипулятора с пультом управления, в) этикетка на упаковке шкафа управления

Этикетки комплекса (см. Рисунок I-4) имеют общий формат и располагаются: у манипулятора – на основании, у шкафа управления – на боковой панели, у пульта управления – на задней стенке.

**Манипулятор Promobot M13**

Габаритные размеры	≤600x300x1550 мм
Масса	≤75 кг
Номинальные входные параметры	48±3 В
Макс. потребляемая мощность	3200 Вт
Степень защиты	IP54
Рабочая температура окружающей среды	от 5°C до 40°C

Произведен в соответствии с ТУ 28.99.39-001-40897141-2025

Серийный номер:

Изготовитель: ООО «Промобот», Россия, г. Пермь, ул. Шоссе Космонавтов, стр. 11А, помещ. 6

Сделано в России

Контакты: +7 (342) 257-80-85, info@promo-bot.ru, Promobot\_Support\_bot

а)

**Пульт управления Promobot M13**

Габаритные размеры	≤400x300x100 мм
Масса	≤2 кг
Номинальные входные параметры	12±0,5 В
Макс. потребляемая мощность	10 Вт
Степень защиты	IP54
Рабочая температура окружающей среды	от 5°C до 40°C

Произведен в соответствии с ТУ 28.99.39-001-40897141-2025

Серийный номер:

Изготовитель: ООО «Промобот», Россия, г. Пермь, ул. Шоссе Космонавтов, стр. 11А, помещ. 6

Сделано в России

Контакты: +7 (342) 257-80-85, info@promo-bot.ru, Promobot\_Support\_bot

б)

**Шкаф управления Promobot M13**

№: \_\_\_\_\_ Произведено: \_\_\_\_\_ 2025 г.

Основные технические данные	Наименование изделия	Шкаф управления
	Габаритные размеры	≤650x300x540 мм
Электрические характеристики	Масса изделия	≤35 кг
	Номинальное напряжение питания	230±20 В, 50±8 Гц
	Макс. потребляемая мощность изделия	3600 Вт

Изготовитель: ООО «Промобот», Россия, г. Пермь, ул. Шоссе Космонавтов, стр. 11А, помещ. 6

Произведен в соответствии с ТУ 28.99.39-001-40897141-2025

Содержит: шкаф управления Promobot M13

Срок службы: 5 лет

Гарантийный срок: 12 месяцев

Сделано в России

Контакты: +7 (342) 257-80-85, info@promo-bot.ru, Promobot\_Support\_bot

в)

Рисунок I-4 – Маркировка составных частей комплекса, где: а) манипулятор, б) шкаф управления, в) пульта управления

### 1.1.5 Упаковка

Упаковка манипулятора и пульта управления с комплектом кабелей (см. Рисунок I-5) выполнена из гофрокартона с ложементами. Шкаф управления содержится в отдельной упаковке из гофрокартона с ложементами.



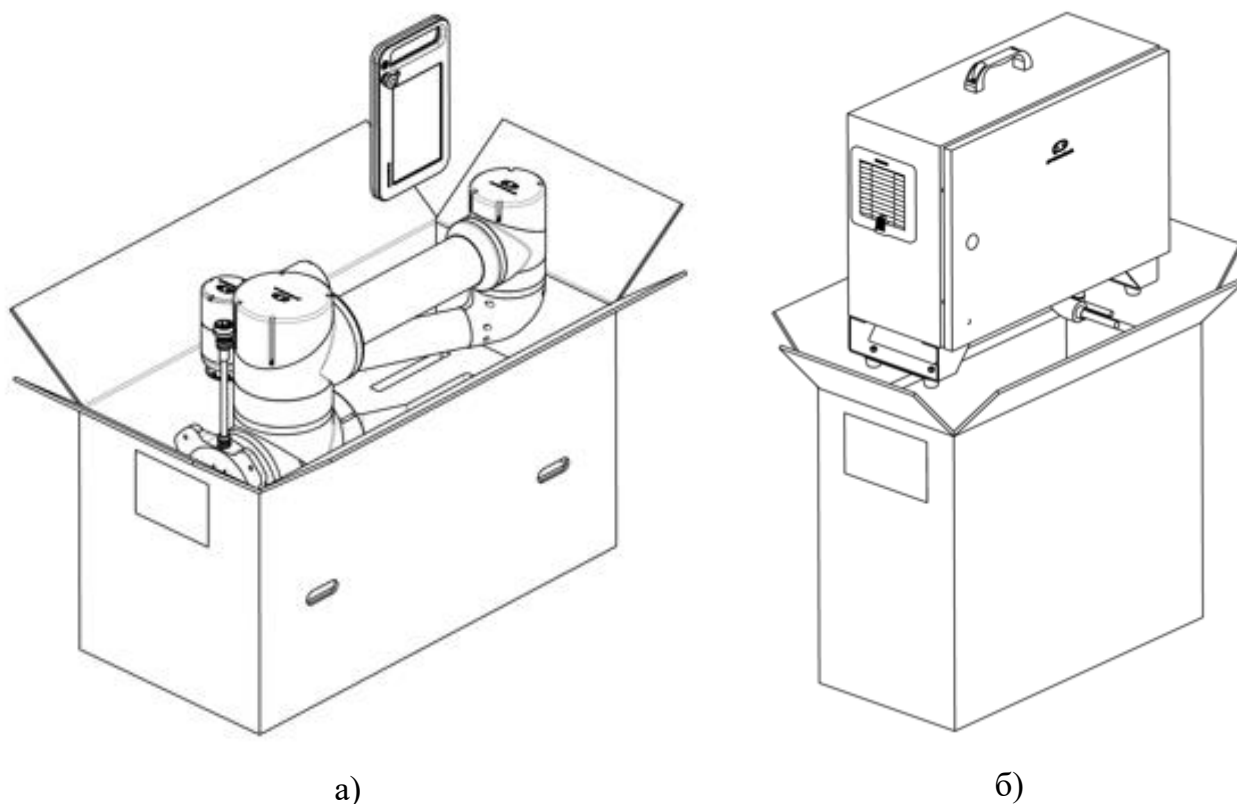


Рисунок I-5 – Упаковка, где: а) упаковка с манипулятором и пультом управления, б) упаковка со шкафом управления

## 1.2 Описание и работа составных частей Promobot M13

### 1.2.1 Манипулятор

Манипулятор Promobot M13 (см. Рисунок I-6) представляет собой электромеханическое устройство, состоящее из следующих частей:

- основание, обеспечивающее устойчивость манипулятора; внутри основания расположены элементы коммутации;
- СП1 – поворотное основание, обеспечивающее вращение манипулятора вокруг вертикальной оси;
- СП2 – плечо, обеспечивающее движение в вертикальной плоскости;
- СП3 – предплечье, соединенное с плечом и обеспечивающее дополнительное движение в вертикальной плоскости;
- СП4, СП5 и СП6 – запястья, обеспечивающие ориентацию инструмента или захватного устройства в пространстве;

- фланец инструмента, предназначенный для установки захватного устройства или инструмента.

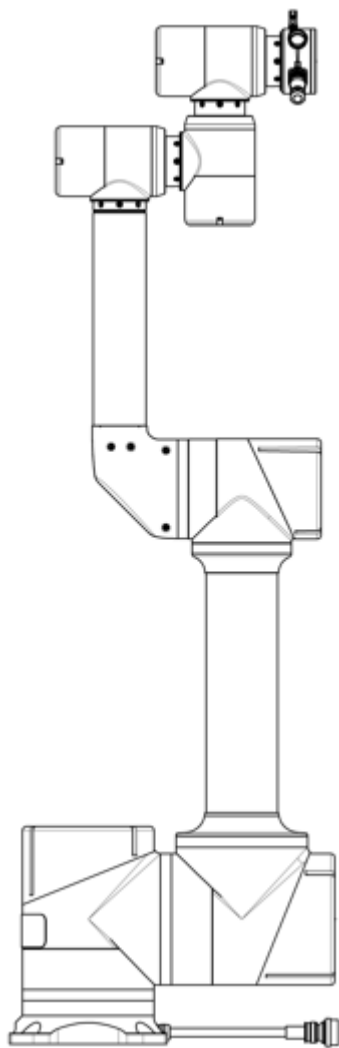


Рисунок I-6 – Манипулятор Promobot M13

Составные части манипулятора (см. Рисунок I-7).

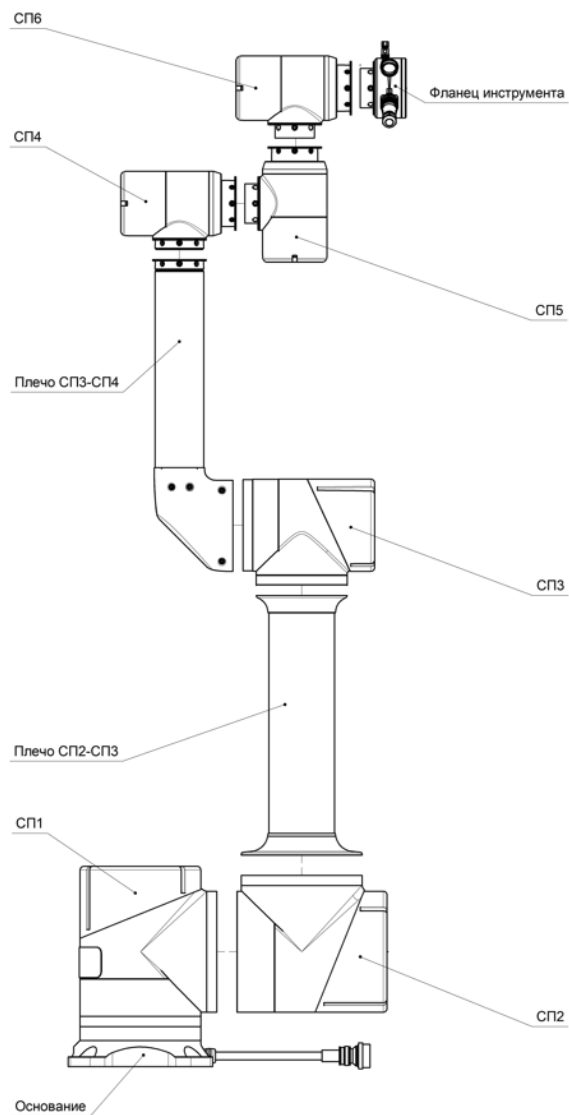


Рисунок I-7 – Составные части манипулятора

Каждый СП представляет собой узел в корпусе, содержащий:

- электромотор;
- редуктор;
- универсальную систему пассивного торможения;
- управляющий вычислительный модуль;
- систему определения положения СП;

Механическая часть манипулятора работает на основе взаимодействия сервоприводов. Каждая ось управляется отдельным бесколлекторным электромотором, который передает движение через редуктор на соответствующий элемент конструкции.

Высокая точность движений обеспечивается за счет использования волновых редукторов и системы обратной связи, состоящей из энкодеров и датчиков тока.

Рабочая окружность манипулятора (см. Рисунок I-8), достигает 1300 мм от оси СП2 до оси фланца инструмента.

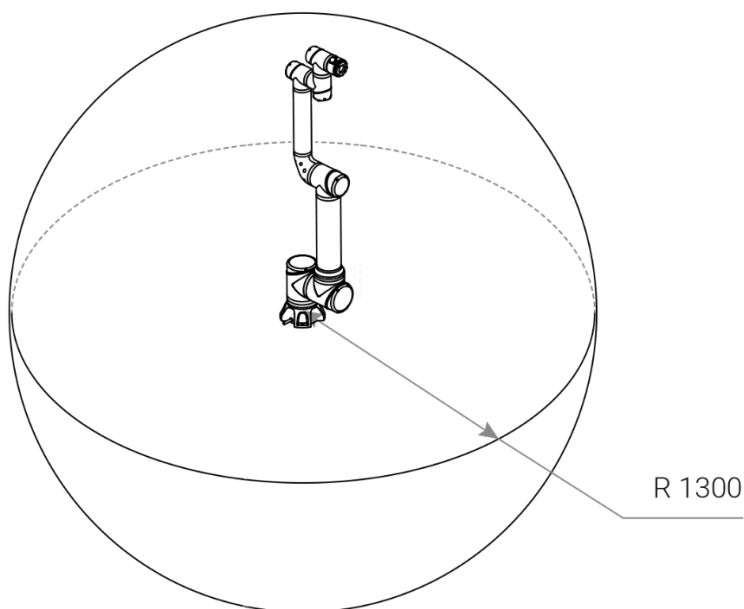


Рисунок I-8 – Рабочая зона манипулятора

### 1.2.2 Шкаф управления

Шкаф управления Promobot M13 (см. Рисунок I-9) выполняет функции питания, управления, обеспечивает безопасность работы и позволяет манипулятору интегрироваться с внешними системами автоматизации. Для обеспечения данного функционала шкаф управления содержит группы электрических интерфейсов – входы и выходы шкафа управления. Все внешние подключения должны осуществляться исключительно через гермовводы разных диаметров, обеспечивающие защиту корпуса шкафа от проникновения пыли и жидкостей (см. Рисунок I-15).

**П р и м е ч а н и е** – Положение разъемов и гермовводов может отличаться от представленного на рисунке (см. Рисунок I-15).

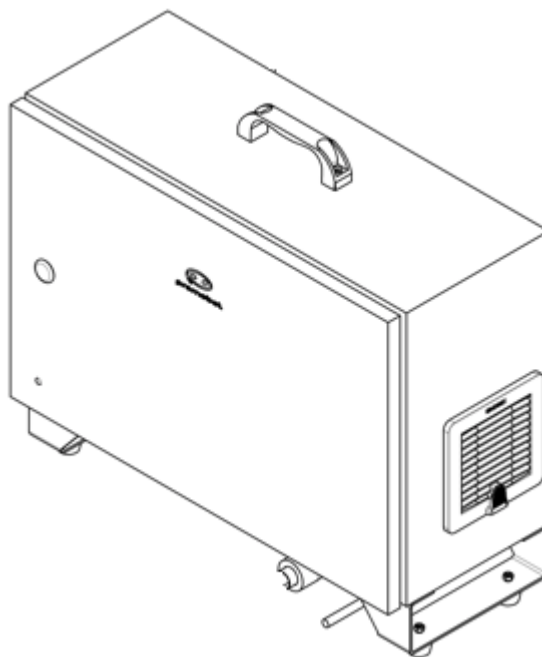


Рисунок I-9 – Шкаф управления Promobot M13

### 1.2.3 Пульт управления

ПУ Promobot M13 (см. Рисунок I-10) предназначен для взаимодействия оператора с манипулятором. ПУ обеспечивает управление движением манипулятора, настройку параметров работы, ввод программ, диагностику и мониторинг состояния системы.

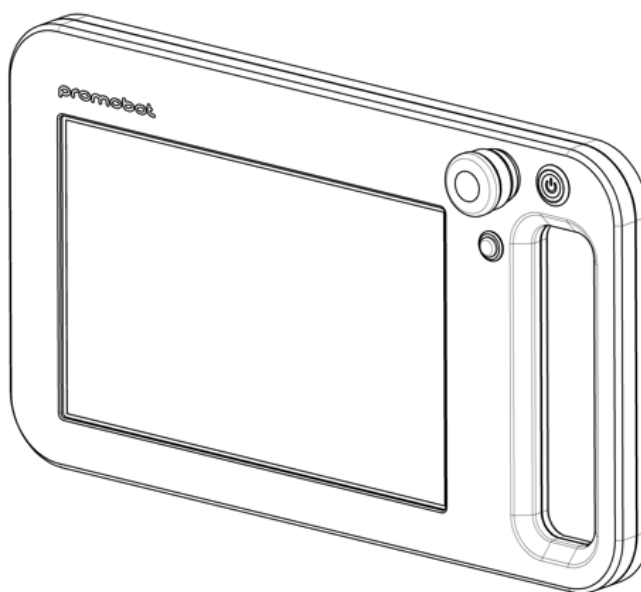


Рисунок I-10 – Пульт управления Promobot M13

ПУ состоит из следующих компонентов (см. Рисунок I-11):

- корпус, изготовленный из алюминия, который обеспечивает защиту от механических повреждений: имеет класс защиты IP54 (защита от пыли и влаги);
- сенсорный дисплей для отображения информации о состоянии манипулятора, параметрах работы и меню управления;
- функциональные кнопки: кнопка включения/выключения комплекса, кнопка аварийного останова манипулятора, кнопка FreeDrive;
- микроконтроллерный модуль для обработки сигналов сенсорного дисплея.

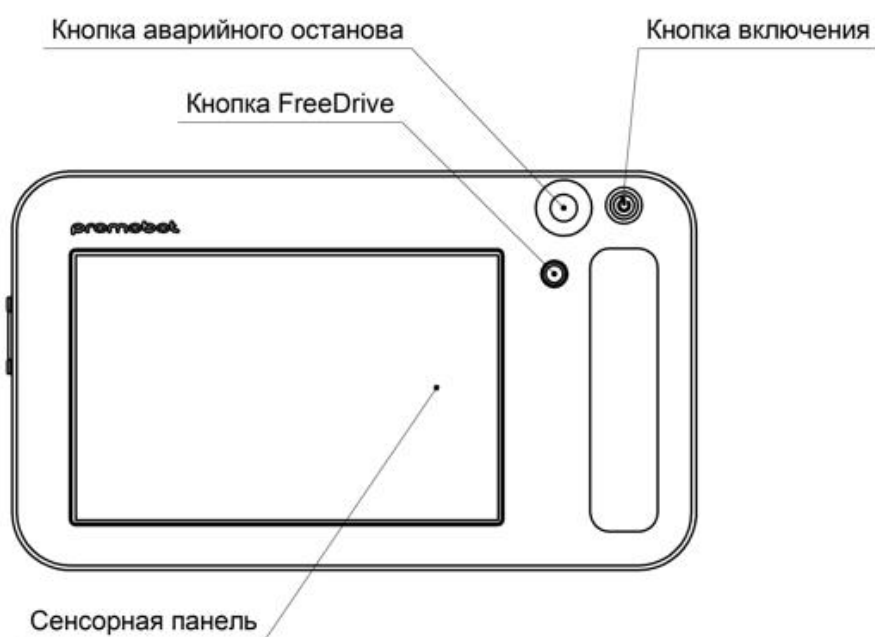


Рисунок I-11 – Составные части ПУ

#### 1.2.4 Встроенное ПО Promobot M Control

Программное обеспечение Promobot M Control предназначено для обеспечения взаимодействия оператора с манипулятором.

Основные функции ПО:

- управление движением манипулятора в ручном режиме;
- создание, редактирование и сохранение программ движения;
- визуализация рабочей зоны и траекторий движения;
- мониторинг состояния и диагностика неисправностей;

- интеграция с внешними системами управления.

Подробное описание программного обеспечения представлено в томе II. ПРИЛОЖЕНИЕ PROMOBOT M CONTROL.

## 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 2.1 Эксплуатационные ограничения Promobot M13

Эксплуатация устройства должна осуществляться в строгом соответствии с техническими характеристиками и рекомендациями, указанными в данном руководстве. Несоблюдение эксплуатационных ограничений может привести к повреждению Promobot M13, травмам персонала и другим негативным последствиям.

Для обеспечения безопасной и эффективной работы Promobot M13, необходимо строго соблюдать эксплуатационные ограничения, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Эксплуатационные ограничения

Параметр	Значение	Примечание
Максимальная грузоподъемность манипулятора, не более, кг	13	Превышение нагрузки может привести к механическим повреждениям, снижению точности или созданию аварийных ситуаций
Допустимый диапазон температур, °C	от +5 до +50	Работа за пределами указанного диапазона может привести к перегреву, снижению производительности или выходу комплекса из строя
Относительная влажность воздуха, %	80	Не допускается эксплуатация манипулятора в условиях повышенной влажности или в помещениях с образованием конденсата. Это может вызвать коррозию, короткое замыкание или повреждение электронных компонентов

Параметр	Значение	Примечание
Линейная скорость перемещения центральной точки инструмента (ЦТИ), не более, м/с	1	Превышение этих параметров может привести к потере точности, повреждению Promobot M13 или травмам персонала

Манипулятор должен подключаться только к источнику электропитания, соответствующему техническим характеристикам (напряжение, частота, мощность).

Строго запрещается эксплуатировать манипулятор в условиях, характеризующихся повышенной запыленностью, а также в средах, содержащих агрессивные химические вещества, такие как кислоты, щелочи, растворители и так далее. Кроме того, недопустимо подвергать манипулятор ударным нагрузкам, воздействию вибраций или иным механическим воздействиям.

Запрещается использовать манипулятор для работы со взрывоопасными, легковоспламеняющимися или токсичными материалами без дополнительных мер защиты, предусмотренных предприятием-производителем.

Регулярно обновляйте программное обеспечение Promobot M Control, чтобы обеспечить стабильную работу и безопасность комплекса.

Запрещается проводить самостоятельный ремонт без согласования с предприятием-производителем или авторизованным сервисным центром. Это может привести к потере гарантии и создать опасные ситуации.

Также не допускается самостоятельная модификация механических узлов, электроники или программного обеспечения манипулятора.

Манипулятор должен использоваться только для задач, предусмотренных его назначением. Запрещается применять комплекс для выполнения работ, не указанных в технической документации.

Соблюдение указанных ограничений обеспечивает безопасность специалистов, продлевает срок службы манипулятора и гарантирует его корректную работу. В случае возникновения нештатных ситуаций или сомнений в правильности эксплуатации



прекратите использование устройства и обратитесь в службу технической поддержки предприятия-производителя.

## **2.2 Подготовка Promobot M13 к использованию**

Перед началом эксплуатации Promobot M13 необходимо выполнить ряд подготовительных мероприятий, чтобы обеспечить безопасную и корректную работу устройства.

Действия перед установкой:

- убедитесь, что условия эксплуатации соответствуют требованиям, описанным в разделе 2.1 «Эксплуатационные ограничения»;
- убедитесь в отсутствии на упаковке повреждений, полученных при транспортировке. При обнаружении дефектов на упаковке требуется обратиться к предприятию-производителю и не приступать к распаковке комплекса.

### **В н и м а н и е!**

- 1 Не допускается подключение и включение манипулятора до его монтажа.
- 2 Установка комплекса должна проходить в условиях, отвечающих требованиям класса защиты.

### **2.2.1 Монтаж**

При установке манипулятора, ввиду большого веса, необходимо использовать стропы:

1. Используйте круглопрядные текстильные стропы длиной 2 метра.
2. При обхвате стропами используйте захват мертвой петлей за плечо СП2-СП3 (см. Рисунок I-12).
3. Нельзя подвергать усилиям запрещенные места обхвата (СП4, СП5, СП6) и пластиковые защитные крышки (см. Рисунок I-12).

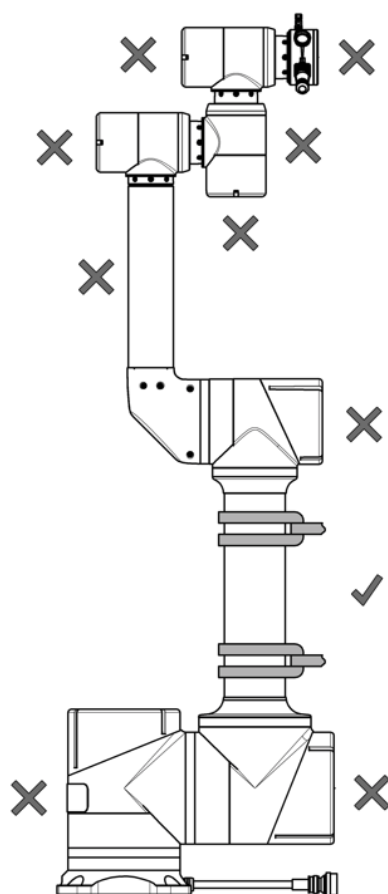


Рисунок I-12 – Разрешенные и запрещенные места обхвата при монтаже/демонтаже манипулятора

Для установки Promobot M13 выполните следующие действия:

1. Извлеките манипулятор, шкаф управления, пульт управления и комплектующие из упаковки. Будьте аккуратны при распаковке, чтобы не повредить упаковочный материал – он может понадобиться для хранения и дальнейшей транспортировки Promobot M13.
2. Проверьте комплектность согласно паспорту комплекса.
3. Убедитесь в отсутствии повреждений составных частей Promobot M13 при транспортировке.
4. Определите способ установки: напольный, настенный, подвесной, на движущейся платформе или на линейной оси. При установке необходимо учитывать рабочий диапазон манипулятора и обеспечить достаточное пространство для движения согласно пункту 4.3 «Рабочее окружение».

манипулятора». Место установки ровное, устойчивое и свободное от внешних вибраций, способное выдержать нагрузку с воздействием силы в 2 кН.

- Требование к напольному покрытию: бетон не хуже марки Б20 и толщиной не менее 200 мм.
- Требования к режиму скорости линейной оси или движущейся платформе: время ускорения и время замедления минимальное 0,6 с., скорость линейная максимальная 1 м/с.

**В н и м а н и е!** Несоблюдение режима скорости может привести к срабатыванию аварийного останова и повреждению манипулятора.

5. Крепление основания манипулятора производится на химический анкер с шпилькой не менее M8x100 или на винты M8 (не входят в комплект поставки, приобретаются отдельно), рекомендуемый стандарт DIN 912, класс прочности не ниже 8.8.
6. Просверлите 4 монтажных отверстия по окружности диаметром  $\varnothing 254$  мм под крепления основания манипулятора согласно схеме разметки (см. Рисунок I-13).

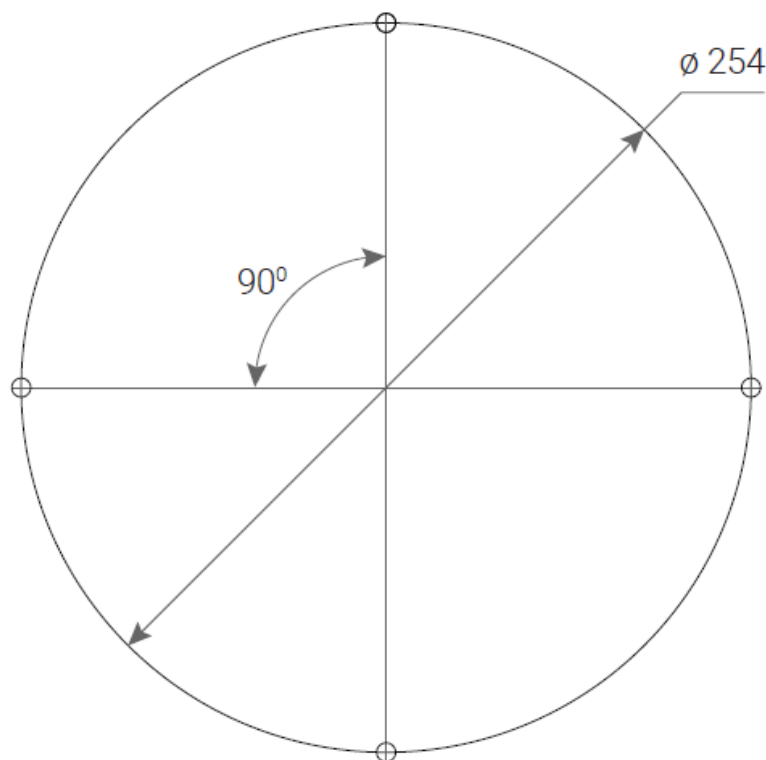


Рисунок I-13 – Схема разметки отверстий для монтажа манипулятора

7. Установите манипулятор на подготовленную поверхность и крепежными элементами.

**Внимание!** После монтажа осмотрите манипулятор и убедитесь, что он надежно закреплен и устойчив. Неустойчивая установка может привести к некорректной работе, повреждениям манипулятора и травмам персонала.

8. Разместите на полу шкаф управления. Допускается монтаж шкафа управления на стену с использованием четырех монтажных отверстий  $\varnothing 6$  мм на корпусе шкафа (отверстия закрыты заглушками). Для обеспечения циркуляции воздуха с каждой стороны шкафа управления необходимо оставить свободное пространство шириной 100 мм. Условия расположения шкафа управления должны соответствовать его классу защиты.
9. Убедитесь, что при эксплуатации кабель пульта управления не создает опасности споткнуться. Для удобства хранения пульта можно использовать специальные кронштейны (не входят в комплект поставки, приобретаются отдельно).
10. Закрепите рабочий инструмент на фланец (см. Рисунок I-14). Фланец инструмента выполнен в соответствии ГОСТ Р 60.3.4.1–2017/ИСО 9409-1:2004 исполнение 63-4-M6. При необходимости подключения инструмента возможно использование разъема SF812B/S8 (см. раздел «2.2.2.2 Подключение инструмента»).

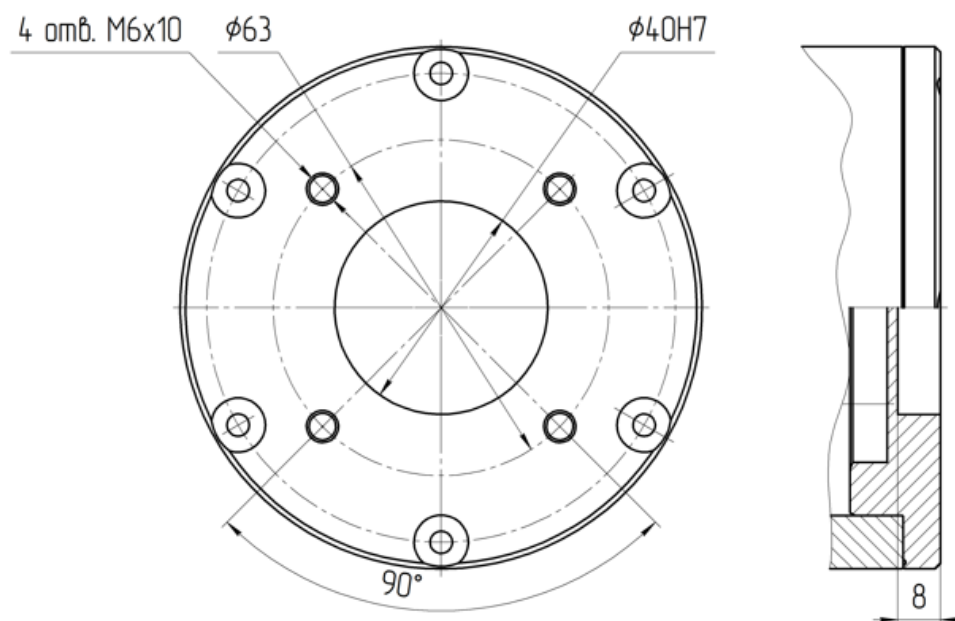


Рисунок I-14 – Фланец инструмента

11. Убедитесь, что рабочая зона свободна от посторонних предметов.
12. Установите ограждения или маркеры для обозначения зоны работы манипулятора (не входят в комплект поставки, приобретаются отдельно).

## 2.2.2 Подключение

### 2.2.2.1 Подключение электрических соединений

Подключите шкаф управления и пульт управления кабелями из комплекта поставки Promobot M13 следующим образом:

1. Подключите кабель питания к входному разъему шкафа управления.
2. Подключите кабель манипулятора к шкафу управления и к манипулятору (см. Рисунок I-15).

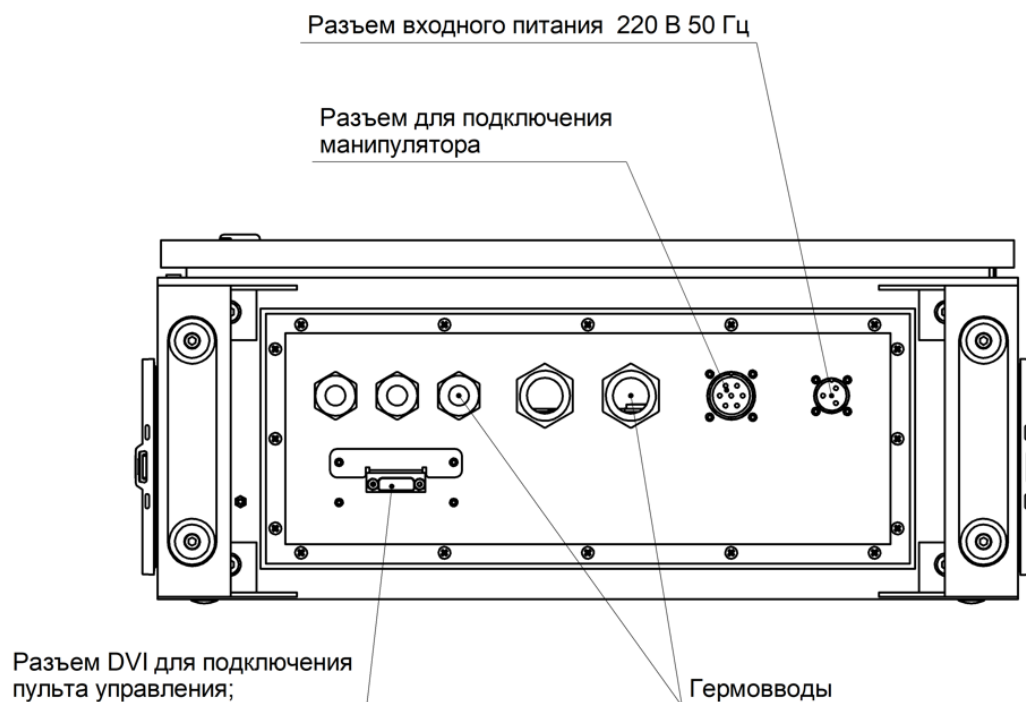


Рисунок I-15 – Расположение разъема подключения манипулятора и гермоввода для прохода кабеля пульта управления

3. Откройте шкаф управления. Убедитесь, что автоматический выключатель находится в положении «ВЫКЛ».
4. Подключите пульт управления в разъем «DVI».
5. Подключите необходимые периферийные устройства и модули (при наличии) (см. раздел 2.2.2.3 «Подключение внешних устройств»).
6. Убедитесь, что дополнительные кнопки аварийного останова установлены и переведены в положение «ВКЛ» либо в соответствующие разъемы установлены перемычки (см. раздел 4.4.1 «Категории останова»).
7. Подключите кабель питания к питающей сети.

**П р и м е ч а н и е** – Если комплекс был перемещен из зоны с отрицательной температурой в теплое помещение, обязательно выдержите его в новых температурных условиях не менее 12 часов, прежде чем подключить к электросети.

8. Переведите автоматический выключатель шкафа управления в положение «ВКЛ».

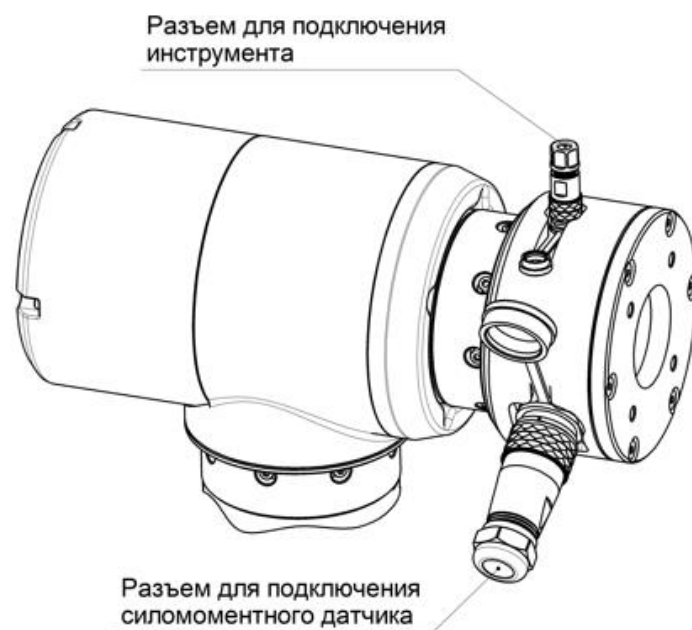
9. Нажмите кнопку включения на пульте управления: после подачи питания шкаф управления издаст один длинный звуковой сигнал, на пульте управления будет отображаться процесс загрузки управляющего ПО.

10. Закройте шкаф управления.

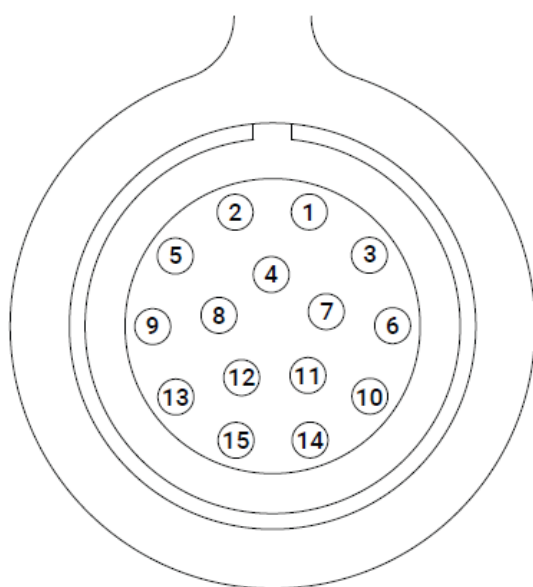
**В н и м а н и е!** Убедитесь, что шкаф управления и кабели не контактируют с водой. Последствия контакта могут привести к смертельной травме.

#### **2.2.2.2 Подключение инструмента**

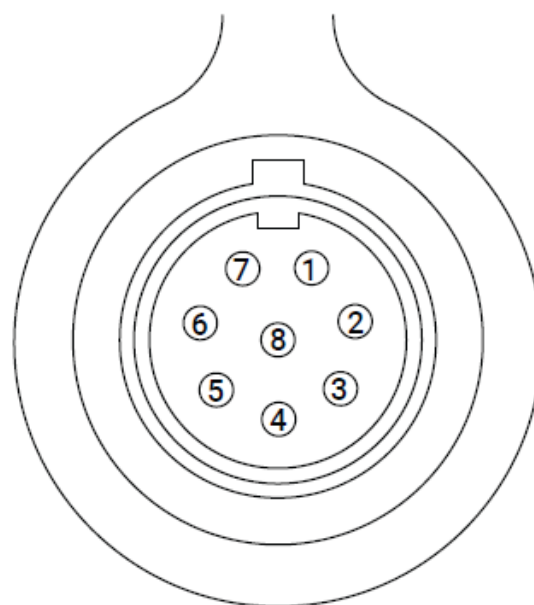
На фланце находятся группы электрических интерфейсов, необходимые для подключения инструмента (см. Рисунок I-16).



а)



б)



в)

Рисунок I-16 – Группы электрических интерфейсов на фланце, где: а) входы и выходы на фланце инструмента, б) разъем SF2012/S151 для подключения силомоментного датчика, в) разъем SF812B/S8 для подключения инструмента



Порядок расположения контактов разъема инструмента (см. Рисунок I-17).

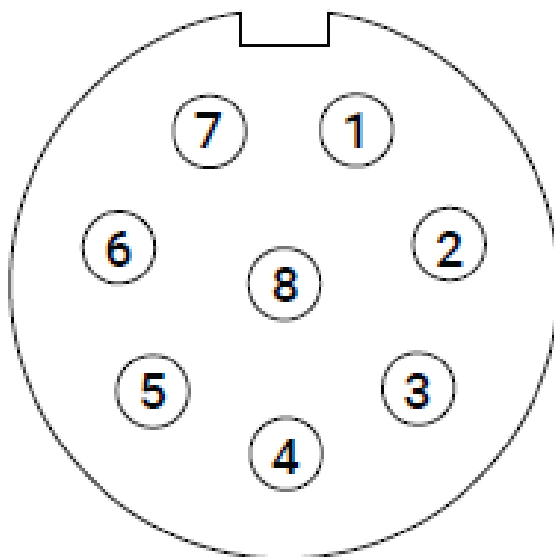


Рисунок I-17 – Порядок расположения контактов разъема инструмента

Описание и характеристики контактов разъема инструмента представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Описание и характеристики контактов разъема инструмента

№	Краткое название	Сигнал	Описание	Характеристики
1	GADGET_1	AIN2 / RS485 (A)	Аналоговый вход 2	<p>Режим измерения напряжения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Максимальное измеряемое напряжение – 24 В;</li> <li>- Входное сопротивление – 10,7 кОм.</li> </ul> <p>Режим токовой петли:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Максимальное входное напряжение – 5 В;</li> <li>- Максимальный входной ток – 25 мА;</li> </ul>
2	GADGET_2	AIN1 / RS485 (B)	Аналоговый вход 1	

				- Входное сопротивление – 182 Ом
3	GADGET_3	DIN2	Цифровой вход 2	- Внутренняя подтяжка: к земле 50 кОм;
4	GADGET_4	DIN1	Цифровой вход 1	- Логический «0»: <2 В; - Логическая «1»: >5 В; - Максимальный рабочий диапазон 0–24 В; - Макс допустимое напряжение 26 В
5	GADGET_5	DOUT2 / GND	Цифровой выход 2 / Земля	24V, максимум 1A Возможные режимы: - Sinking (Low/open) - Sourcing (High/open) - Push/Pull (High/Low)
6	GADGET_6		Цифровой выход 1 или режим открытого коллектора (требуется внешняя подтяжка к питанию) (0В) / 12В	12V, максимум 1A Возможные режимы: - Sinking (Low/open) - Sourcing (High/open) - Push/Pull (High/Low)
7	GADGET_7		Питание (0V) / 24 В	24V, максимум 1A
8	GADGET_8	GND	Земля	Максимум 1A, объединена с корпусом устройства

### 2.2.2.3 Подключение внешних устройств

Для обеспечения интеграции с внешними устройствами шкаф управления Promobot M13 содержит группы электрических интерфейсов, расположенных на пользовательской панели – входы и выходы шкафа управления (см. Рисунок I-18).

Группы электрических интерфейсов имеют световую индикацию, сигнализирующую об их активном состоянии.

Все внешние подключения осуществлять исключительно через гермовводы, обеспечивающие защиту корпуса шкафа от проникновения пыли и жидкостей.

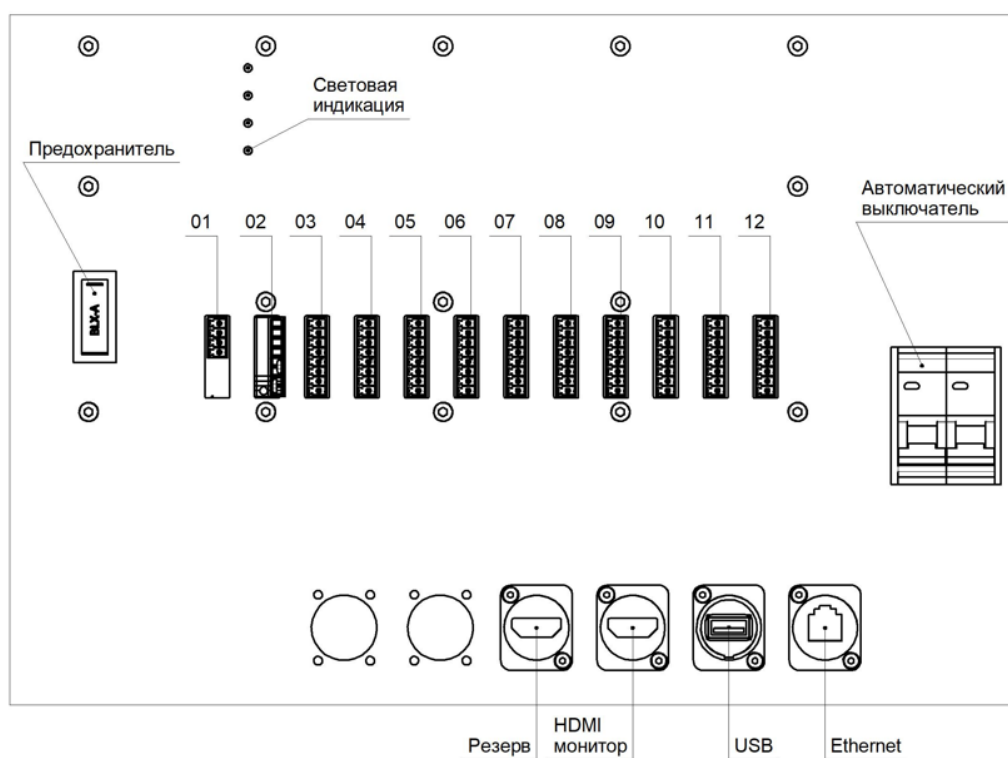


Рисунок I-18 – Общий вид пользовательской панели шкафа управления

Описание и характеристики интерфейсов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Описание и характеристики интерфейсов

№ разъема	Наименование разъема	Описание	Характеристики
1	Входы включения манипулятора	Разъемы для удаленного включения манипулятора	<p>Разъем: 15EDGVC-3.5-04P-14;</p> <p>Нумерация контактов снизу вверх:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1, 3 – 12 В, суммарно макс. 0,3 А;</li> <li>- 2 – контакт вкл.;</li> <li>- 4 – контакт выкл.</li> </ul> <p>Напряжение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пределы напряжения для области «ВКЛ.»: мин. 3 В, ном. 12 В, макс. 14 В;</li> <li>- пределы напряжения для области «ВЫКЛ.»: мин. -3 В, ном. 0 В, макс. 3 В.</li> </ul> <p>Ток: мин. 3 мА, ном. 12 мА, макс. 14 мА</p>
2	Входы Emergency	Группы дискретных входов для подключения кнопок и датчиков	<p>Нумерация контактов снизу вверх:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1, 3, 5, 7:</li> <li>- напряжение: 24 В;</li> <li>- макс. суммарный ток 0,7 А;</li> <li>- 2, 4 – аппаратные входы (для нормальной работы должны быть замкнуты на 24 В);</li> <li>- 6, 8 – цифровые входы.</li> </ul> <p>Параметры цифровых входов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Напряжение: <ul style="list-style-type: none"> <li>- пределы напряжения для области «ВКЛ.»: мин. 11 В, ном. 24 В, макс. 30 В;</li> <li>- пределы напряжения для области «ВЫКЛ.»: мин. -3 В, ном. 0 В, макс. 11 В.</li> </ul> </li> <li>- Ток: мин. 2 мА, ном. 5 мА, макс. 15 мА</li> </ul>

№ разъема	Наименование разъема	Описание	Характеристики
3	Выходы 24 В, 12 В, 5 В и интерфейс RS-485	Источники постоянного напряжения для внешних устройств. Примечание: В процессе эксплуатации интерфейса RS-485 при необходимости установите внешний терминатор	Нумерация контактов снизу вверх: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1,2 – 24 В (<math>\pm 5\%</math>), 0,7 А;</li> <li>- 3,4 – 12 В (<math>\pm 5\%</math>), 0,7 А;</li> <li>- 5 – 5 В (<math>\pm 5\%</math>), 0,7 А;</li> <li>- 6 – RS-485 (А);</li> <li>- 7 – RS-485 (В);</li> <li>- 8 – GND</li> </ul>
4, 5, 8, 9	Цифровые входы 1-4, 5-8, 17-20, 21-24	Группы дискретных входов для подключения датчиков	Нумерация контактов снизу вверх. Напряжение: <ul style="list-style-type: none"> <li>- пределы напряжения для области «ВКЛ.»: мин. 11 В, ном. 24 В, макс. 30 В;</li> <li>- пределы напряжения для области «ВЫКЛ.»: мин. -3 В, ном. 0 В, макс. 11 В.</li> </ul> Ток: мин. 2 мА, ном. 5 мА, макс. 15 мА
6, 7, 10, 11	Цифровые выходы 9-12, 13- 16, 25-28, 29-32	Группы дискретных выходов для управления внешними устройствами	Нумерация контактов снизу вверх: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1, 3, 5, 7 – выходы:</li> <li>- напряжение: 24 В;</li> <li>- ток макс. 0,3 А;</li> <li>- 2, 4, 6, 8 – GND</li> </ul>

№ разъема	Наименование разъема	Описание	Характеристики
12	Аналоговые входы 33, 34 и аналоговые выходы 35, 36	Входы и выходы для аналоговых сигналов	Нумерация контактов снизу вверх: - 1, 3 – аналоговые входы: - в режиме измерения напряжения 0...10 В, 10 кОм или - в режиме токовой петли 4...20 мА; 150 Ом; - 5, 7 – аналоговые выходы: - в режиме измерения напряжения 0...10 В, 0...20 мА или - в режиме токовой петли 4...20 мА, макс. 12 В; - 2, 4, 6, 8 – GND
—	Предохранитель	Предназначен для защиты портов GND от суммарного превышения тока 6 А	Сменный предохранитель 6 А, корпус 5x20

–	Светодиодная индикация	Светодиоды для передачи информации о состоянии или процессе работы манипулятора	<p>Назначение снизу вверх:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 – индикатор состояния вычислительного блока (постоянное свечение зеленым – нормальное функционирование вычислительного блока манипулятора; отсутствует свечение – вычислительный блок отключен);</li> <li>- 2 – в процессе: <ul style="list-style-type: none"> <li>- запуска системы: индикатор успешной инициализации (постоянное свечение зеленым – вычислительный блок запущен, инициализация периферии прошла успешно);</li> <li>- работы комплекса: индикатор наличия напряжения на манипуляторе (прерывистое свечение раз в секунду – напряжения подано на манипулятор);</li> </ul> </li> <li>- 3 – индикатор состояния платы безопасности (постоянное свечение зеленым – загрузчик запущен на плате; прерывистое свечение – наличие ошибок на плате безопасности; отсутствует свечение – отсутствие ошибок на плате безопасности или запущен процесс обновления ПО на плате безопасности);</li> <li>- 4 – индикатор состояния аварийной кнопки на пульте управления (постоянное свечение зеленым – кнопка деактивирована (состояние нормально разомкнутое); отсутствует свечение –</li> </ul>
---	------------------------	---	--

№ разъема	Наименование разъема	Описание	Характеристики
			кнопка активирована (состояние нормально замкнутое))
—	HDMI Монитор	Разъем для подключения внешнего дисплея	Тип: A; Стандарт: 1.4a
—	USB	Порт для подключения внешних периферийных устройств	Стандарт: USB 2.0; Тип: Type-A; Ток: 500 мА
—	Ethernet	Сетевой интерфейс для подключения к внешней локальной сети	Стандарт: 100BASE-TX; Скорость: 100 Мбит/с; Разъем: 8P8C

## 2.3 Использование Promobot M13

### 2.3.1 Включение

Перед включением Promobot M13:

1. Убедитесь, что в рабочем окружении манипулятора отсутствуют посторонние предметы, которые могут помешать манипулятору выйти из транспортного положения и/или калибровке манипулятора.
2. Проверьте, что в рабочем окружении манипулятора находится только оператор, отсутствуют посторонние.
3. Убедитесь, что кнопка аварийного останова на пульте управления и кнопки аварийного останова, подключенные к шкафу управления, находятся в положении «ВКЛ» (см. раздел 4.4.2 «Кнопки аварийного останова»).



4. Убедитесь, что к шкафу управления подключены кабель питания и кабель манипулятора.

Штатное включение Promobot M13:

1. Подключите кабель питания к сети.
2. Откройте шкаф управления и переведите автоматический выключатель в положение «ВКЛ».
3. Приведите кнопку аварийного останова на пульте управления в рабочее положение. Шкаф управления издаст один длинный звуковой сигнал, на пульте управления отобразится процесс загрузки управляющего ПО.
4. Подключите манипулятор в приложении (см. раздел II.2 «АВТОРИЗАЦИЯ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ МАНИПУЛЯТОРА»).

После загрузки приложения Promobot M13 готов к эксплуатации.

### **2.3.2 Режимы работы**

Promobot M13 предусматривает следующие режимы работы:

- ручное перемещение с пульта управления;
- автоматическое перемещение по заданному алгоритму.

Манипулятор предназначен для осуществления движения и операций инструмента по заданному алгоритму (траектория движения, события). В качестве источника событий могут выступать цифровые, аналоговые входы шкафа управления и фланца инструмента манипулятора (см. раздел 2.2.2.3 «Подключение внешних устройств»).

Перед началом работы по заданному алгоритму пользователь должен настроить рабочее окружения манипулятора для исключения столкновений с рабочим окружением.

**В н и м а н и е!** Информация об изменении рабочего окружения манипулятора автоматически не обновляется.

Манипулятор предназначен для безопасной работы в одном рабочем пространстве с человеком, однако не имеет возможности для перестроения, заданной алгоритмом траектории. При столкновении с посторонним предметом или человеком манипулятор совершает аварийную остановку.

Для оптимизации производительности (максимизации скорости работы) рекомендуется использование контура (клетки) безопасности.

### 2.3.3 Выключение

Штатное выключение Promobot M13:

1. Нажмите кнопку аварийного останова на пульте управления.
2. В приложении нажмите кнопку «Выход» и выберите «Выключить манипулятор».
3. Откройте шкаф управления и переведите автоматический выключатель в положение «ВЫКЛ».
4. При необходимости полного обесточивания манипулятора – отсоедините кабель питания от питающей сети.

### 2.4 Демонтаж Promobot M13

Перед демонтажем комплекса выполните следующие действия:

1. Демонтируйте инструмент и оснастку, закрепленную на манипуляторе.
2. Переведите манипулятор в транспортное положение одним из способов:
  - 1) запустите файл «Transport» на рабочем столе.
  - 2) подключите клавиатуру через USB разъем на панели шкафа управления; откройте терминал (Ctrl+Alt+T) и введите команду: `ros2 action send_goal /run_bt core_msgs/action/RunTree "{script_name: test, behavior_tree: /home/pm13/transport.xml}"`.
3. Перед снятием манипулятора зафиксируйте его, чтобы предотвратить падение и повреждение оборудования.

Для демонтажа Promobot M13 выполните следующие действия:

1. Выключите Promobot M13, предварительно приведя его в транспортное положение (см. 2.3.3 «Выключение»).
2. Демонтируйте манипулятор с места установки:

**П р и м е ч а н и е** – Для страховки используйте круглопрядные текстильные стропы длиной 2 метра.

- 1) Обхватите стропами плечо СП2-СП3 мертвой петлей как указано рисунке
12. Нельзя подвергать усилиям запрещенные места обхвата (СП4, СП5, СП6) и пластиковые защитные крышки (см. Рисунок I-12).

- 2) Открутите крепление основания манипулятора и снимите манипулятор с места установки.
- 3) Поставьте манипулятор основанием на ровный пол.
- 4) Тщательно очистите манипулятор от пыли, грязи, используйте мягкие ткани и чистящие средства (см. раздел 3.1 «Регламентное техническое обслуживание Promobot M13»).
- 5) Для перемещения манипулятора на место упаковки используйте подкатную тележку.
- 6) При отправке Promobot M13 на хранение соблюдайте инструкцию, приведенную в разделе 7.2 «Подготовка к хранению».

### 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание и ремонт Promobot M13 предназначены для обеспечения заявленных технических характеристик комплекса на протяжении всего срока эксплуатации.

#### 3.1 Регламентное техническое обслуживание Promobot M13

Регулярное техническое обслуживание манипулятора представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Техническое обслуживание манипулятора

Периодичность	Параметр проверки	Способ проверки
Ежедневно	Визуальный осмотр манипулятора	Обойти манипулятор со всех сторон, провести визуальный осмотр на наличие трещин, повреждений, дефектов и загрязнений
Ежедневно	Проверка кнопки аварийной остановки	Нажмите кнопку аварийной остановки на пульте управления во время паузы, должно отобразиться уведомление на экране
Ежедневно	Тест безопасного запуска в режиме низкой скорости	Выполнить любой скрипт на медленной скорости (коэффициент 0,1)

Периодичность	Параметр проверки	Способ проверки
Ежемесячно	Проверка креплений и основания манипулятора	При обесточенном манипуляторе попробуйте вручную сдвинуть манипулятор за основание. При наличии люфтов протяните крепления опоры
Ежемесячно	Осмотр кабелей и разъемов на износ	Визуально провести контроль кабелей и проводки. Не допускается наличие трещин, порезов, пропусков изоляции
Ежемесячно	Очистка и проверка захвата/инструмента	Отсоедините фланец инструмента и проведите его осмотр и очистку от механических загрязнений
Ежемесячно	Проверка калибровки энкодеров и датчиков положения	Выполните полный запуск манипулятора, должны отсутствовать ошибки
Раз в 3–6 месяцев	Диагностика редукторов на люфт и шум	При обесточенном манипуляторе поочередно попробуйте вручную сдвинуть манипулятор за плечо каждого СП и проверьте на наличие люфтов. При наличии люфтов работа на манипуляторе запрещается
		Запустите любой скрипт на манипуляторе. При наличии нехарактерных шумов, локализируйте место возникновения шума, обесточьте манипулятор и обратитесь в сервисную службу. Работа на манипуляторе с данным дефектом запрещается

<b>Периодичность</b>	<b>Параметр проверки</b>	<b>Способ проверки</b>
Раз в 3–6 месяцев	Проверка состояния приводов (температура, вибрации, шумы)	При обнаружении нехарактерных вибраций, шумов и прерывистости движений, остановите работу манипулятора. Замерьте пирометром температуру узлов манипулятора, зафиксируйте данные и передайте в сервисную службу. Работа на манипуляторе с вышеперечисленными дефектами запрещается
Ежегодно	Замена изношенных деталей захвата и уплотнителей	Детали, имеющие характерный износ, отрицательно влияющие на работоспособность необходимо заменить у предприятия изготовителя или сертифицированного сервиса
Ежегодно	Обновление прошивки контроллера и ПО	П.6 «ОБНОВЛЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ»
Ежегодно	Калибровка всех датчиков и проверка точности позиционирования	Обратиться в техническую поддержку

### **3.2 Диагностика неисправностей Promobot M13**

Возможные неисправности, их причины и методы решения представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Диагностика неисправностей

Неисправность	Возможная причина	Методы устранения
<b>Электромеханические неисправности</b>		
Не включается экран пульта управления	Отключен автоматический выключатель	Включить автоматический выключатель в шкафу управления
	Не подсоединен кабель пульта к шкафу управления	Проверить подключения
	Неисправность кабеля пульта	Заменить кабель
	Не запускается шкаф управления манипулятором	Обратиться в сервисный центр
	Не поступает напряжение сети 230 В	Заменить неисправный кабель питания
При работе манипулятора слышно посторонние звуки при работе сервоприводов	Неисправность редуктора, драйвера мотора	Обратиться в сервисный центр
Визуальное замедление интерфейса на пульте управления, зависание виртуальных переключателей, открытых диалоговых окон интерфейса управления. Самопроизвольное выключение манипулятора.	Перегрев шкафа управления	Проверить работоспособность электрического вентилятора
	Воздушный фильтр шкафа управления забит пылью	Продуть вкладыш либо заменить на новый
	Шкаф установлен неправильно, вентиляционные отверстия закрыты	Освободить место вокруг шкафа

Зависание исполнительской программы	Температура окружающей среды превышает рабочую температуру	Снизить температуру окружающей среды до допустимых значений
	Неисправен вентилятор материнской платы	Заменить вентилятор
Щелкающие звуки на одном из сервоприводов во время работы	Аварийный останов категории 0. Неисправность тормоза	Обратиться в сервисный центр
Уведомление об ошибке в ПО Promobot M Control	—	Обратиться в сервисный центр

### 3.3 Рекомендации по ремонту Promobot M13

В случае сложных неисправностей или отсутствия необходимых навыков обратитесь в службу технической поддержки предприятия-производителя.

Не пытайтесь ремонтировать электронные компоненты или программное обеспечение самостоятельно.

Если манипулятор находится на гарантии, ремонт должен выполняться только уполномоченными специалистами предприятия-производителя.

Сохраните паспорт Promobot M13 и документы, подтверждающие дату покупки.

### 3.4 Хранение запасных частей Promobot M13

Для оперативного устранения неисправностей рекомендуется иметь набор запасных частей: вкладыши для фильтров (12 шт.), резиновые уплотнительные кольца.

Храните запасные части в сухом и чистом месте, защищенном от влаги и пыли.

### 3.5 Регистрация обслуживания и ремонта Promobot M13

Все проведенные работы по техническому обслуживанию и ремонту должны регистрироваться в журнале учета. Журнал должен содержать следующие графы:

- дата проведения работ;

- фактическая наработка изделия с начала эксплуатации на день проведения технического обслуживания или ремонта, ч;
- вид технического обслуживания или ремонта и краткое описание выполненных работ;
- использованные материалы и запасные части;
- подпись и ФИО лица, производившего работы по обслуживанию;
- подпись и ФИО лица, разрешающего пуск отремонтированного/обслуженного оборудования, дата пуска.

В случае возникновения вопросов или сложностей обратитесь в службу технической поддержки предприятия-производителя.

## **4. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ**

### **4.1 Общие требования безопасности**

Работа с Promobot M13 требует строгого соблюдения мер безопасности. Несоблюдение мер может привести к травмам персонала, повреждению комплекса и другим негативным последствиям. Следуйте приведенным ниже требованиям безопасности, чтобы минимизировать риски:

- убедитесь, что манипулятор и инструмент смонтированы согласно инструкции;
- убедитесь, что рабочее окружение манипулятора соответствует алгоритму движения;
- убедитесь, что проводные подключения манипулятора, шкафа и пульта управления выполнены согласно инструкции;
- убедитесь, что к шкафу управления подключены все датчики и исполнительные механизмы, от которых зависит алгоритм движения манипулятора;
- убедитесь, что кнопки аварийного останова расположены в доступных для персонала местах;



- убедитесь, что персонал осведомлен о расположении кнопок аварийного останова и методах их активации в случае возникновения нештатных ситуаций;
- убедитесь, что крышка шкафа управления и крышки сервоприводов манипулятора закрыты;
- убедитесь, что соблюдены все меры и техника безопасности при перемещении манипулятора, если управление происходит с помощью пульта управления;
- при возникновении в процессе эксплуатации сообщений об ошибках следуйте инструкциям управляющего программного обеспечения;
- избегайте столкновений с манипулятором;
- запрещается носить свободную одежду или ювелирные изделия при работе с манипулятором;
- запрещается использовать комплекс при наличии механических повреждений корпусов манипулятора, шкафа управления, пульта управления, соединительных кабелей, крепежей;
- запрещается вносить изменения в Promobot M13. Любые изменения могут привести к появлению опасностей, не предусмотренных предприятием-производителем.

## **4.2 Требования к оператору**

Оператор, работающий с Promobot M13, должен:

- пройти обучение по эксплуатации комплекса и ознакомиться с руководством по эксплуатации;
- иметь навыки работы с промышленным оборудованием и системами управления;
- соблюдать требования безопасности, указанные в разделе 4 «МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ» настоящего руководства.

При эксплуатации Promobot M13 оператор обязан:

- выполнять требования эксплуатационной документации, правил электро- и пожарной безопасности;

- не допускать расположения кабелей питания и интерфейсных кабелей в местах, где им могут быть нанесены механические повреждения;
- при появлении посторонних шумов прекратить работу и обесточить комплекс;
- при возникновении в процессе эксплуатации сообщений об ошибках следовать инструкциям управляющего программного обеспечения;
- своевременно проводить техническое обслуживание комплекса согласно инструкции.

Запрещается:

- производить действия, противоречащие эксплуатационной документации на комплекс;
- работать во взрывоопасной среде, рядом с легковоспламеняющимися предметами;
- производить монтаж и демонтаж электрооборудования без выключения комплекса;
- открывать и разбирать корпус манипулятора;
- модифицировать манипулятор (изменять или удалять элементы конструкции);
- производить ремонт комплекса самостоятельно;
- использовать комплекс не по назначению.

### **4.3 Рабочее окружение манипулятора**

Рабочее окружение манипулятора должно соответствовать алгоритму движения манипулятора.

Перед началом работы убедитесь, что в рабочем окружении манипулятора отсутствуют изменения, которые могут привести к столкновениям и сбоям в алгоритме движения.

При наладке устройства используйте режим с ограниченной скоростью: это позволит избежать резких движений и снизит риск травмирования.

При программировании манипулятора убедитесь, что вы можете быстро остановить устройство в случае необходимости: пути отступления не должны быть заблокированы.

Перед запуском программы на полной скорости проведите тестирование на пониженной скорости. Убедитесь, что манипулятор движется по заданной траектории без отклонений.

Запрещается подлезать под движущиеся оси манипулятора, поправлять заготовки руками во время работы программы и находиться в рабочей зоне без необходимости.

#### **4.4 Действия в аварийных ситуациях**

##### **4.4.1 Категории останова**

В соответствии с ГОСТ МЭК 60204-1 категории останова, регламентирующие алгоритмы действий персонала при возникновении нештатных ситуаций в соответствии с классом риска:

- Категория 0: аварийный останов. Применяется при возникновении опасных и/или аварийных ситуаций. Сопровождается снятием питания с манипулятора и блокировкой узлов сервоприводов механическим тормозом.

**В н и м а н и е!** Выход из аварийного останова возможен только с последующей рекалибровкой манипулятора

- Категория 1: контролируемый останов. Применяется при возникновении некоторых категорий ошибок, а также при пусконаладочных работах. Сопровождается блокировкой узлов сервоприводов механическим тормозом.

**В н и м а н и е!** Выход из контролируемого останова возможен только с последующей рекалибровкой манипулятора

- Категория 2: пауза. Применяется в качестве планового или внепланового останова при нормальной работе манипулятора. Не сопровождается блокировкой узлов сервоприводов механическим тормозом.

##### **4.4.2 Кнопки аварийного останова**

Кнопки аварийного останова являются важным элементом системы безопасности и предназначены для экстренной остановки оборудования в аварийных ситуациях.

1. Аппаратные кнопки аварийного останова.

Основная кнопка аварийного останова расположена на пульте управления. Кнопка является нормально замкнутой: в отжатом состоянии цепь скоммутирована. При нажатии на кнопку цепь размыкается.

К шкафу управления можно подключить до двух нормально замкнутых дополнительных кнопок аварийного останова.

Используйте для данного типа кнопок аварийного останова контакты 1–2, 3–4.

Все аппаратные кнопки аварийного останова подключены последовательно. В случае срабатывания (размыкания) хотя бы одной кнопки, с манипулятора снимается питание и узлы сервопривода манипулятора блокируются механическими тормозами.

## 2. Цифровые кнопки аварийного останова.

К шкафу управления можно подключить до двух цифровых кнопок аварийного останова.

Используйте для данного типа кнопок аварийного останова контакты 5–6, 7–8.

**В н и м а н и е!** Если кнопки аварийного останова, подключаемые к шкафу управления, не используются – требуется установить четыре перемычки в разъемы подключения кнопок между контактами 1–2, 3–4, 5–6 и 7–8 (см. Рисунок I-19).

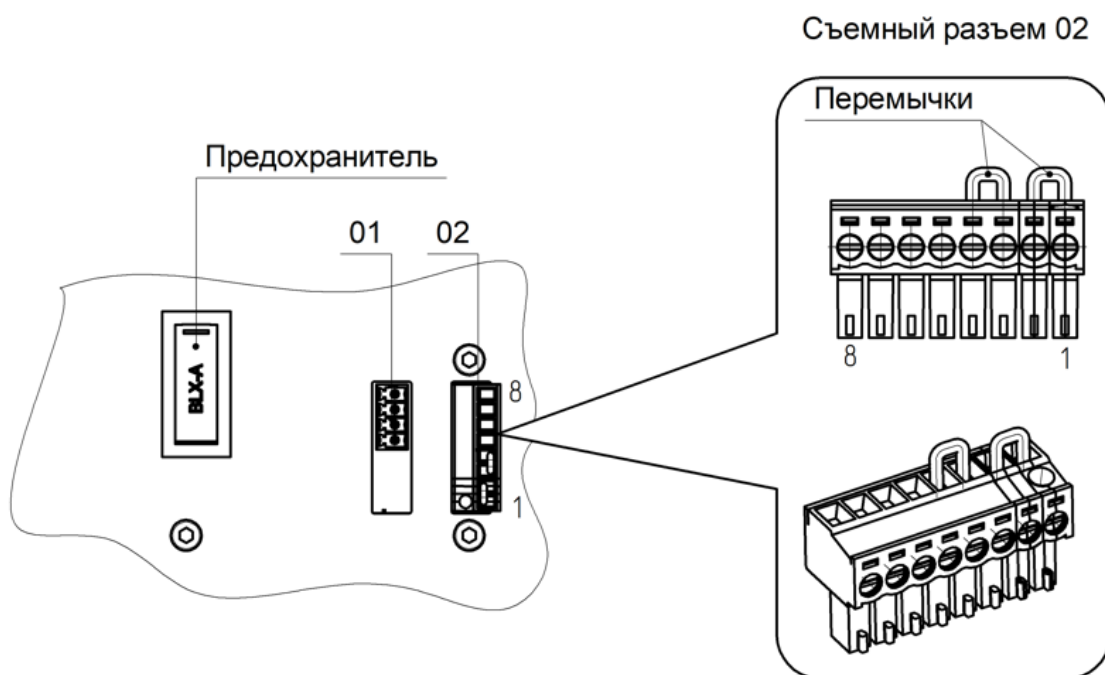


Рисунок I-19 – Установка перемычек между контактами 1–2, 3–4, 5–6, 7–8

### 4.4.3 Аварийный останов

Аварийный останов сопровождается отключением питания и блокировкой манипулятора. В случае возникновения аварийного останова следуйте инструкциям управляющего ПО на экране пульта управления.

## 5. БЕЗОПАСНОСТЬ

### 5.1 Индикация Promobot M13

Шкаф управления оснащен встроенным звуковым излучателем для индикации состояний Promobot M13.

Элементы индикации также могут быть подключены к цифровым выходам шкафа управления. Использование данных элементов индикации будет определяться пользовательским алгоритмом.

**В н и м а н и е!** Встроенная звуковая индикация является элементом безопасной эксплуатации Promobot M13 и не может быть отключена.

Описание встроенной звуковой индикации состояний приведено в таблице 7.

Таблица 7 – Встроенная звуковая индикация состояний

Ситуация	Цель сигнала	Звуковой сигнал	Повторяемость
Включение шкафа управления	Оповещение: нормальная работа	Один длинный	Однократно
Выключение шкафа управления	Оповещение: нормальная работа	Один длинный	Однократно
Включение питания манипулятора	Предупреждение	Три длинных, три коротких	Однократно
Выключение питания манипулятора	Предупреждение	Три коротких, три длинных	Однократно
Останов категории 2	Предупреждение	Один короткий	Однократно

<b>Ситуация</b>	<b>Цель сигнала</b>	<b>Звуковой сигнал</b>	<b>Повторяемость</b>
Останов категории 1	Предупреждение	Один длинный	До сброса уведомления об остановке пользователем на пульте управления
Останов категории 0	Авария	Один короткий	До сброса уведомления об остановке пользователем на пульте управления
Ошибка инициализации шкафа управления	Авария	Два коротких	До сброса питания или уведомления об ошибке на пульте управления
Ошибка инициализации манипулятора	Авария	Три коротких	До сброса уведомления об ошибке пользователем на пульте управления

## **6. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА**

Гарантийный срок предприятия-производителя составляет 12 (двенадцать) месяцев. Гарантийный срок исчисляется по общему правилу с даты приобретения Promobot M13 у предприятия-производителя. Гарантийный срок на Promobot M13, приобретенный розничным потребителем (гражданином, приобретающим Promobot M13 исключительно для личных или иных нужд, не связанных с осуществлением предпринимательской деятельности) исчисляется с даты приобретения Promobot M13 розничным потребителем.

При обнаружении в Promobot M13 недостатков в период гарантийного срока владелец обязуется незамедлительно письменно сообщить об этом предприятию-производителю, описав подробно признаки выявленного недостатка, и в течение одного рабочего дня обеспечить по требованию предприятия-производителя дистанционный доступ к Promobot M13 для дистанционной диагностики.

В период гарантийного срока предприятие-производитель обязуется при получении претензии обеспечить безвозмездное устранение недостатков Promobot M13 в срок не более 60 рабочих дней с момента получения предприятием-производителем претензии и, в случае необходимости, предоставления дистанционного доступа к Promobot M13. Предприятие-производитель вправе по своему выбору осуществить замену Promobot M13 ненадлежащего качества.

В случае существенного нарушения требований к качеству Promobot M13 (обнаружения неустранимых недостатков, которые не могут быть устранены без несоразмерных расходов или затрат времени, или выявляются неоднократно, либо неоднократно проявляются вновь после их устранения) владелец вправе потребовать замены Promobot M13 ненадлежащего качества.

Гарантийный срок продлевается на время, в течение которого Promobot M13 не мог использоваться из-за обнаруженных в нем недостатков, а именно на период времени, равный периоду с момента получения уполномоченным лицом претензии о недостатках Promobot M13 до момента устранения недостатков.

Гарантийное обслуживание осуществляется на выбор предприятия-производителя по месту ее нахождения или по месту нахождения Promobot M13.

Гарантийному ремонту (замене) не подлежит Promobot M13:

- эксплуатировавшийся образом, не соответствующим требованиям Руководства по эксплуатации;
- имеющий по вине пользователей механические повреждения, явившиеся причиной обращения за гарантийным ремонтом;
- эксплуатировавшийся или хранившийся в условиях (среде), не соответствующей требованиям, установленным документацией на Promobot M13;
- прошедший модификацию (изменения) или ремонт без участия компании-производителя.

Гарантийные обязательства распространяются на Promobot M13 в той комплектации, в которой он находился на момент поставки предприятием-производителем, и не распространяются на недостатки, возникшие в результате неверной

работы ПО Promobot M Control, разработанного (доработанного) пользователем самостоятельно без согласования с предприятием-производителем.

Порядок осуществления гарантийного обслуживания (ремонта) Promobot M13 установлен Положением о гарантийном ремонте и проведении сервисного обслуживания оборудования ООО «ПРОМОБОТ», размещенного по ссылке: <https://promobot.ru/warranty-repair-and-service-provision/>.

В гарантийное обслуживание (ремонт) не включены дополнительные услуги, в том числе, загрузка информации на Promobot M13, доработка ПО, функционала, мониторинг состояния Promobot M13, не связанный с исправлением недостатков. Дополнительные услуги оказываются на основании отдельно заключенного возмездного соглашения, в частности Соглашения об уровне сервиса (SLA).

## **7. ХРАНЕНИЕ**

Правильное хранение Promobot M13 обеспечивает сохранность его работоспособности и предотвращает повреждения в период, когда устройство не используется. В данном разделе описаны основные требования и рекомендации по хранению манипулятора.

### **7.1 Условия хранения Promobot M13**

Для обеспечения сохранности манипулятора во время хранения необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающей среды: от -10°C до +40°C;
- относительная влажность: не более 80%;
- Promobot M13 должен храниться в чистом помещении, защищенном от пыли, грязи и агрессивных химических веществ;
- место хранения Promobot M13 должно быть безопасным, без риска падения предметов или повреждения манипулятора;
- помещение должно быть защищено от прямых солнечных лучей, которые могут вызвать выцветание или повреждение материалов.



## **7.2 Подготовка к хранению Promobot M13**

Подготовка к хранению включает в себя следующие действия:

1. Произведите демонтаж комплекса согласно инструкции (см. раздел 2.4 «Демонтаж»).
2. Если манипулятор будет храниться длительное время, то рекомендуется демонтировать съемные компоненты и хранить их отдельно в упаковке.
3. Поместите манипулятор в оригинальную упаковку для предотвращения повреждений.
4. Убедитесь, что упаковка надежно защищает устройство от влаги и пыли.

## **7.3 Периодическое обслуживание во время хранения Promobot M13**

Периодическое обслуживание во время хранения включает в себя следующие действия:

1. Проведение осмотра манипулятора не реже одного раза в месяц для проверки его состояния.
1. Проверка упаковки на целостность – упаковка не должна быть повреждена и должна обеспечивать надежную защиту.

## **7.4 Подготовка к использованию после хранения Promobot M13**

Перед возвращением манипулятора в эксплуатацию выполните действия, описанные в разделе 2 «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ».

## **7.5 Хранение запасных частей и аксессуаров Promobot M13**

Запасные части и аксессуары должны храниться в отдельных упаковках в сухом и чистом месте. Они должны быть защищены от влаги, пыли и механических повреждений.

## **8. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ**

Правильная транспортировка Promobot M13 является важным этапом, обеспечивающим сохранность устройства и предотвращающим повреждения.

Транспортировка должна осуществляться в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на территории страны, а также с учетом рекомендаций предприятия-производителя:

1. Условия транспортирования и хранения Promobot M13, сроки сохраняемости до ввода в эксплуатацию должны соответствовать данным, указанным в таблице 8.
2. Расстановка и крепление упакованных Promobot M13 в транспортных средствах должны обеспечивать их устойчивое положение, исключать возможность смещения и ударов о стенки транспортных средств.
3. Транспортирование Promobot M13 следует производить в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта.
4. Транспортирование Promobot M13 должно производиться любым видом транспорта, при условии соблюдения требований, установленных манипуляционными знаками, нанесенными на транспортной таре.
5. В случае кратковременного транспортирования на открытых автомашинах упаковка Promobot M13 должна быть накрыта водонепроницаемым брезентом.

Обозначения условий транспортирования, хранения и сроков сохраняемости приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Условия транспортирования, хранения, сроки сохраняемости

Обозначение условий транспортирования в части воздействия		Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150	Сроки сохраняемости в упаковке изготовителя, годы
механических факторов по ГОСТ 23216	климатических факторов по ГОСТ 15150		
С	УХЛ4	1Л	5

## 9. УТИЛИЗАЦИЯ

Утилизация Promobot M13 должна производиться в соответствии с Законами РФ №96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», №89-ФЗ «Об отходах производства и

потребления», №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», а также другими российскими и региональными нормами, актами, правилами, распоряжениями и прочими нормативными документами, принятыми в использование в указанных законах и эксплуатирующей организации.

## **II. ПРИЛОЖЕНИЕ PROMOBOT M CONTROL**

### **1. ВВЕДЕНИЕ**

Настоящий раздел руководства по эксплуатации описывает порядок работы с программным обеспечением Promobot M Control манипулятора M13. ПО предназначено для управления, программирования и мониторинга работы манипулятора через веб-интерфейс. Оно обеспечивает ручное управление в реальном времени и создание автоматизированных программ различной сложности.

Главное меню ПО состоит из следующих разделов:

- «Ручное управление»;
- «Создание программ»;
- «Мониторинг»;
- «Инструкции».

Также в главном меню есть кнопки «Подключение», «Выход».

Приложение обладает функционалом обновления, который позволяет пользователям всегда иметь актуальную версию с улучшенной производительностью, новыми функциями и исправленными ошибками.

### **2. АВТОРИЗАЦИЯ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ МАНИПУЛЯТОРА**

При включении манипулятора запускается окно авторизации (см. Рисунок II-1). Необходимо ввести логин и пароль и нажать кнопку «Войти».

Если у вас нет логина и пароля, обратитесь к вашему администратору. Если пароль утерян, для восстановления также обратитесь к вашему администратору или в службу технической поддержки предприятия-производителя.

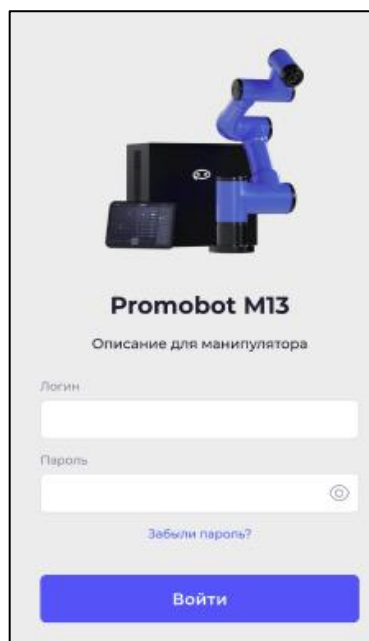


Рисунок II-1– Окно авторизации

После авторизации отобразится раздел ручного управления манипулятором (см. Рисунок II-2).

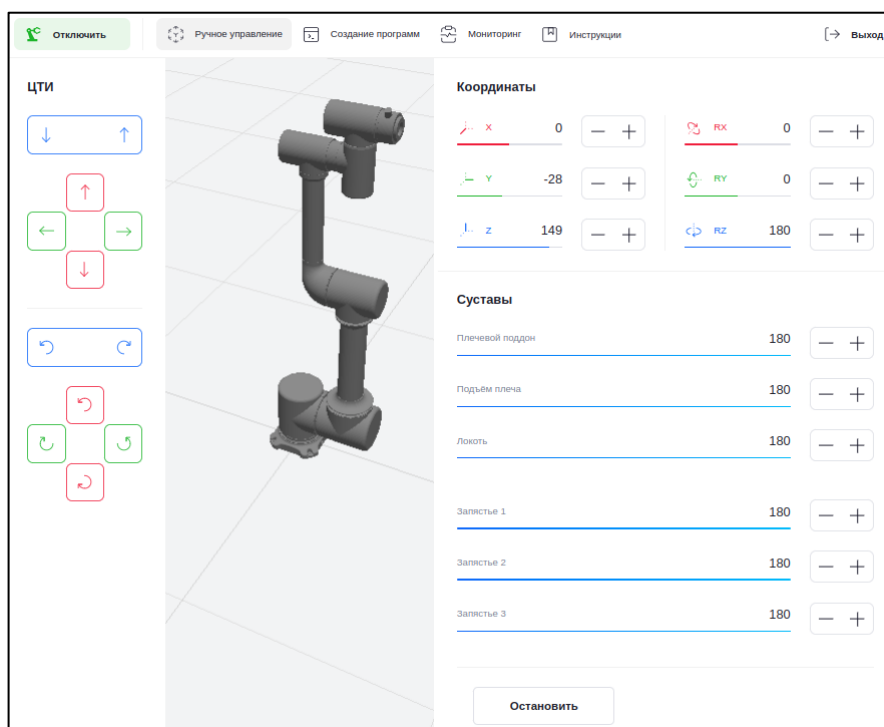


Рисунок II-2 – Раздел ручного управления манипулятором

Для выхода из учетной записи нажмите кнопку «Выход» и выберите «Сменить пользователя» (см. Рисунок I-1).

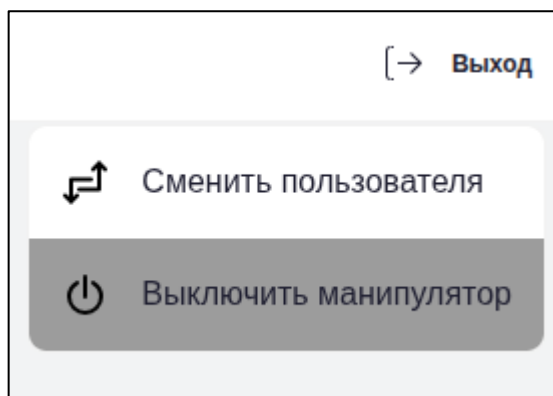


Рисунок II-3 – Диалоговое окно кнопки «Выход»

Для подключения манипулятора нажмите кнопку «Подключить» в верхнем левом углу. На манипуляторе запустится калибровка. При нажатии кнопка меняет цвет на зеленый и кнопка отображается как «Подключен».

### 3. РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Ручное управление манипулятором применяется для:

- проверки работы инструмента;
- диагностики приводов и датчиков;
- вывода манипулятора в исходные позиции перед автоматическим циклом.

Раздел ручного управления манипулятором состоит из следующих областей:

1. Область «ЦТИ» – управление центральной точкой инструмента (ЦТИ) с помощью кнопок со стрелками направления (см. Рисунок II-4).

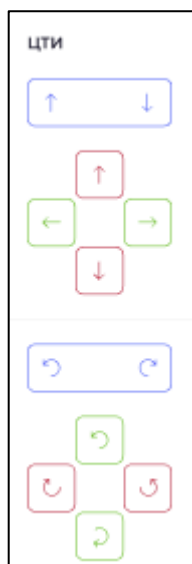


Рисунок II-4 – Область «ЦТИ»

2. Область виртуальной среды воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде (см. Рисунок II-5). С помощью курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон.

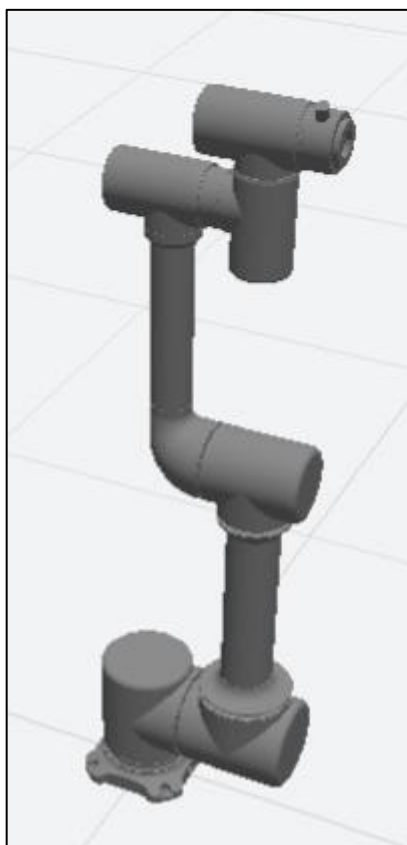


Рисунок II-5 – Область виртуальной среды

3. Область «Координаты» – управление манипулятором в трехмерной системе координат и управление движением сферически вокруг ЦТИ (см. Рисунок II-6).

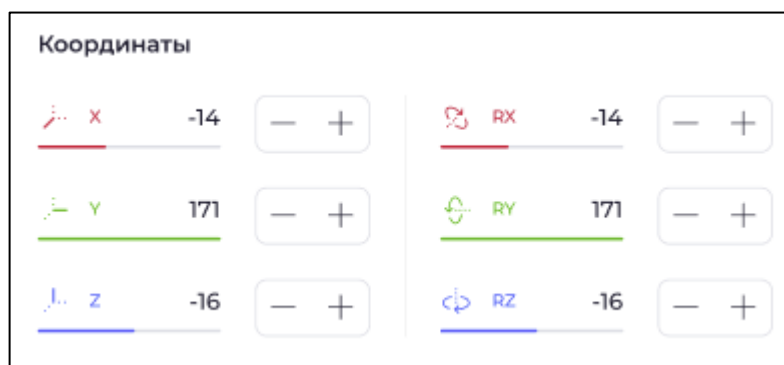


Рисунок II-6 – Область «Координаты»

4. Область «Суставы» – управление поворотными узлами манипулятора (см. Рисунок II-7):

- «Плечевой поддон» – изменяет угол СП1;
- «Подъем плеча» – изменяет угол СП2;
- «Локоть» – изменяет угол СП3;
- «Запястье 1» – изменяет угол СП4;
- «Запястье 2» – изменяет угол СП5;
- «Запястье 3» – изменяет угол СП6.

С помощью кнопки «Остановить» манипулятор можно остановить во время движения.



Суставы

Плечевой поддон

180

—

+

Подъём плеча

180

—

+

Локоть

180

—

+

Запястье 1

180

—

+

Запястье 2

180

—

+

Запястье 3

180

—

+

Остановить

Рисунок II-7 – Область «Суставы»

#### 4. СОЗДАНИЕ ПРОГРАММЫ

Для перехода в раздел создания программ необходимо нажать кнопку «Создание программы» (см. Рисунок II-8).

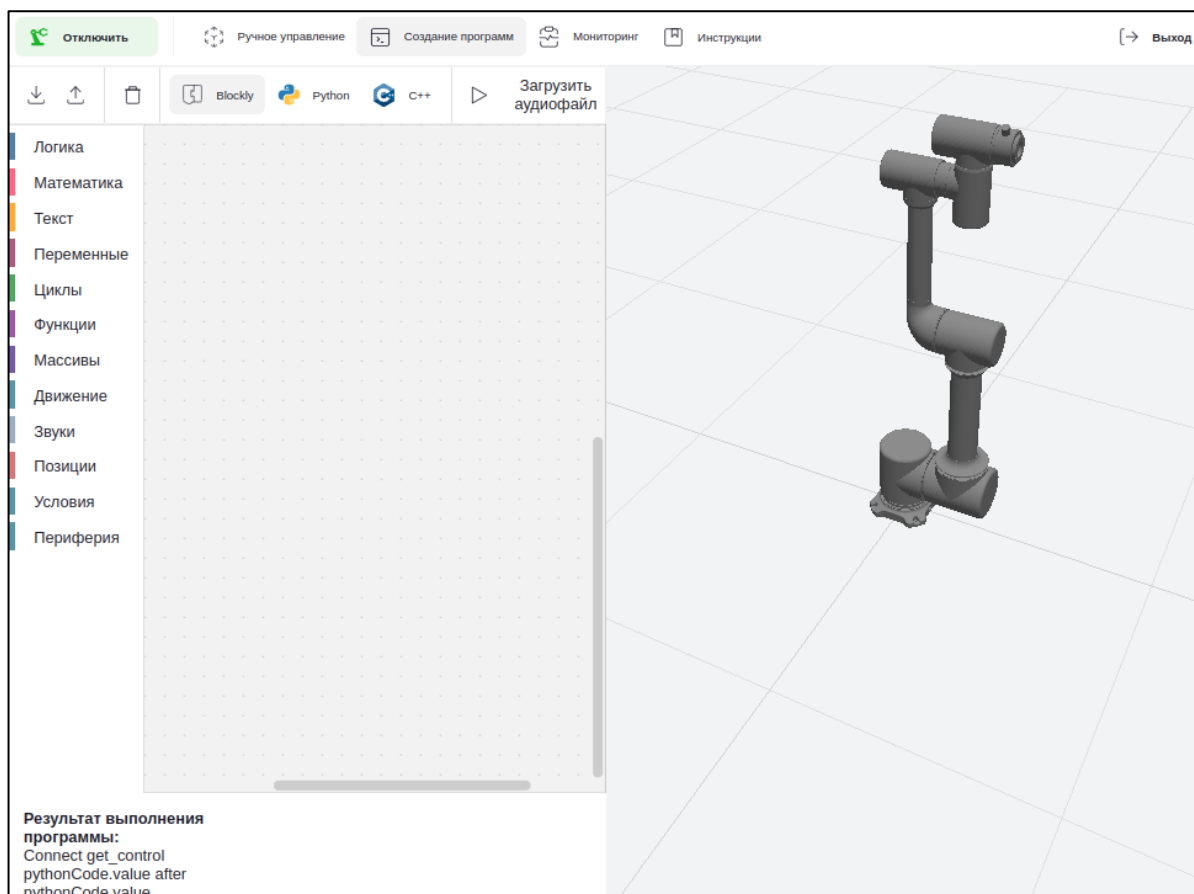


Рисунок II-8 – Раздел для создания программ

Раздел для создания программ позволит создавать программы на трех языках программирования: Blockly, Python и C++.

Раздел для создания программ содержит общие области:

1. Кнопки быстрого действия:



«Скачать» – скачать алгоритм программы в текстовом формате с компьютера;



«Загрузить» – загрузить алгоритм программы в текстовом формате с компьютера;



«Удалить все» – очистить рабочую область.

2. Кнопки перехода на языки программирования – «Blockly», «Python», «C++» (см. Рисунок II-9).

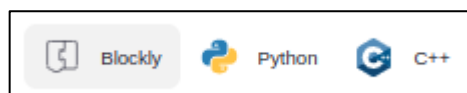


Рисунок II-9 – Кнопки перехода на языки программирования

3. Виртуальная среда – воспроизводит движения настоящего манипулятора в виртуальной среде. С помощью курсора мыши виртуальный манипулятор можно приблизить, отдалить и рассмотреть со всех сторон (см. Рисунок II-5).
4. Поле «Результат выполнения программы» – отображает результат выполнения программы (см. Рисунок II-10).



Рисунок II-10 – Поле «Результат выполнения программы»

#### 4.1 Создание программ с помощью языка программирования Blockly

Blockly – это способ управления манипулятором с помощью визуального языка программирования Google Blockly. Можно создавать алгоритмы и задавать поведение устройства, перетаскивая блоки с командами.

Для создания программы с помощью языка программирования Blockly нажмите кнопку «Blockly». Отобразятся следующие области (см. Рисунок II-11):

1. Библиотека блоков – содержит разделы блоков.
2. Рабочая область – область для построения алгоритма.

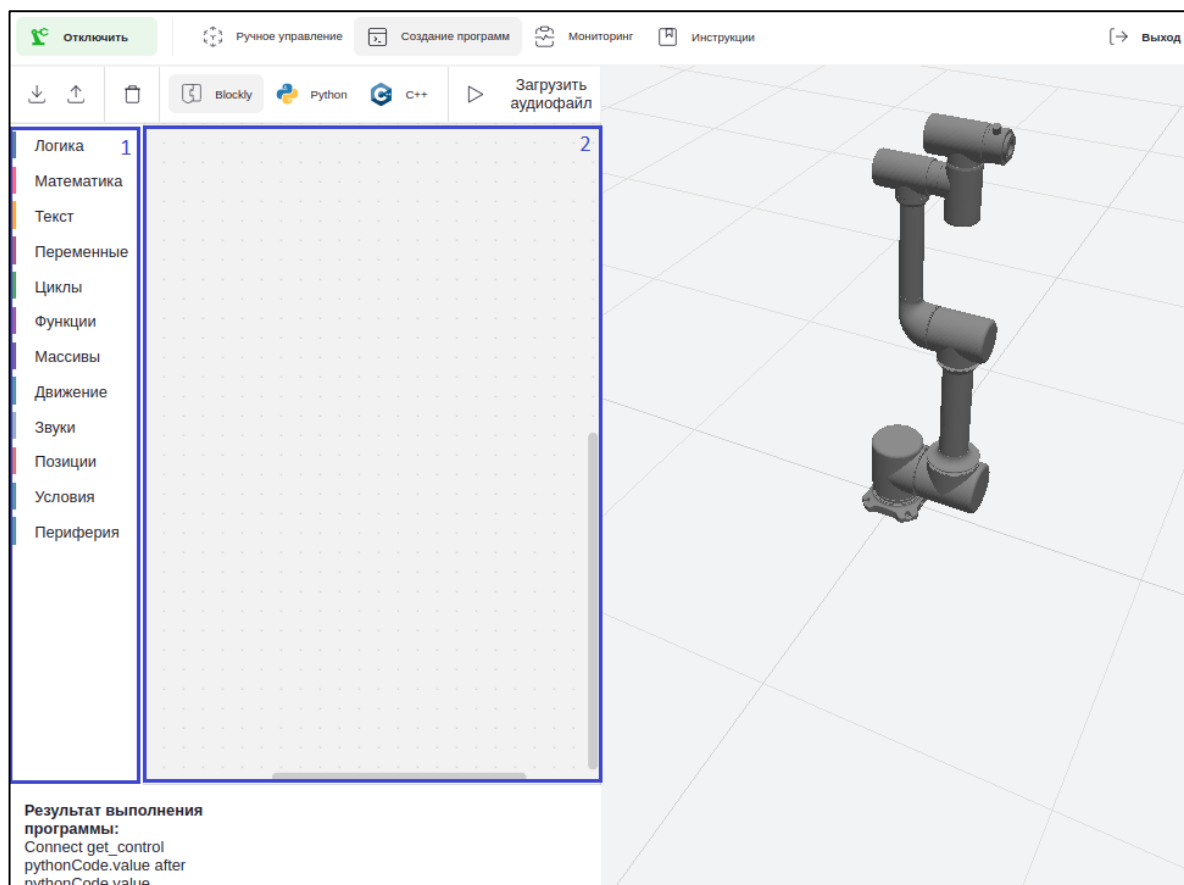


Рисунок II-11 – Библиотека блоков и рабочая область

Для построения алгоритма выберите нужный блок из библиотеки блоков и с помощью курсора перетащите его в рабочую область.

Библиотека блоков содержит:

- Раздел «Логика» – набор блоков с логическими командами (см. Рисунок II-12).

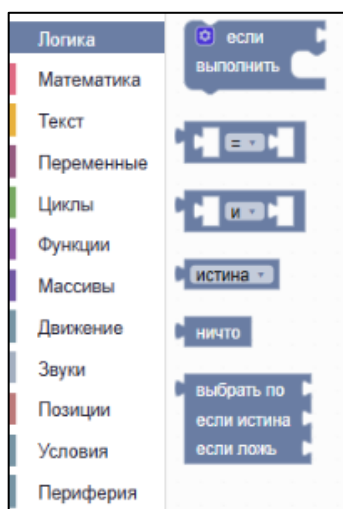


Рисунок II-12 – Раздел «Логика»

- Раздел «Математика» – набор блоков с математическими командами (см. Рисунок II-13).

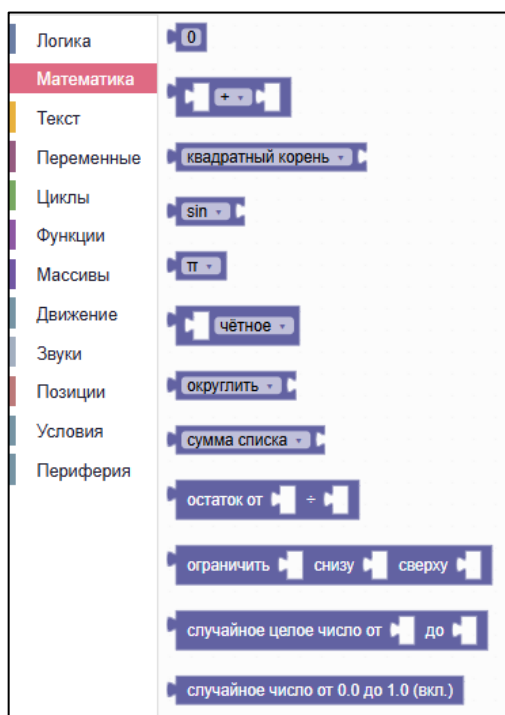


Рисунок II-13 – Раздел «Математика»

- Раздел «Текст» – набор блоков с текстовыми командами (см. Рисунок II-14).

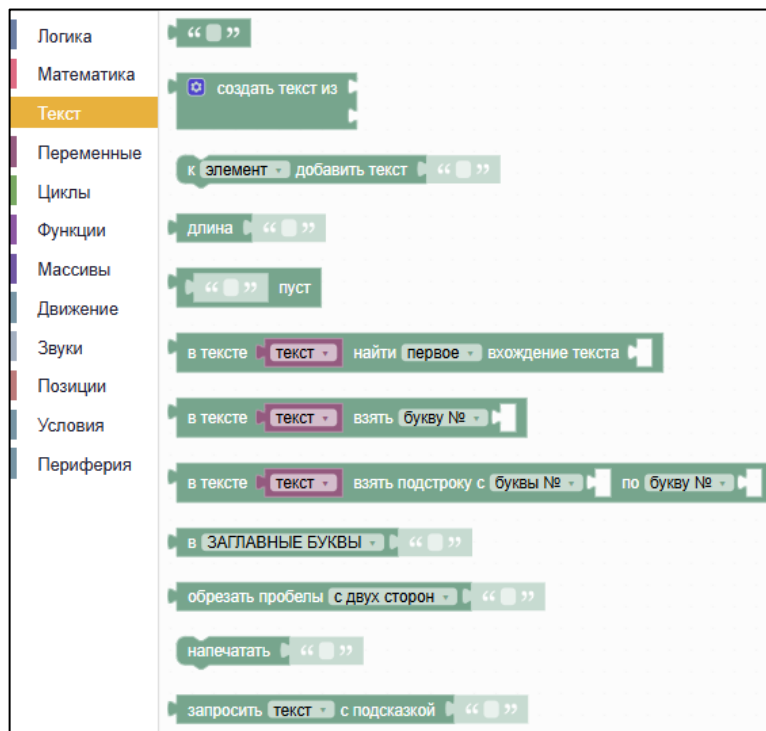


Рисунок II-14 – Раздел «Текст»

- Раздел «Переменные» – блоки для создания переменных (см. Рисунок II-15).

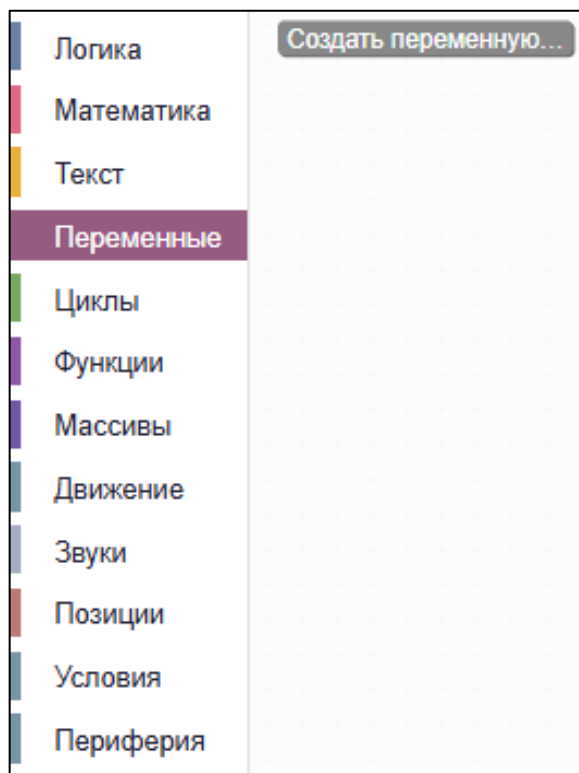


Рисунок II-15 – Раздел «Переменные»

- Раздел «Циклы» – набор блоков с циклическими командами (см. Рисунок II-16).



Рисунок II-16 – Раздел «Циклы»

- Раздел «Функции» – набор блоков с функциональными командами (см. Рисунок II-17).

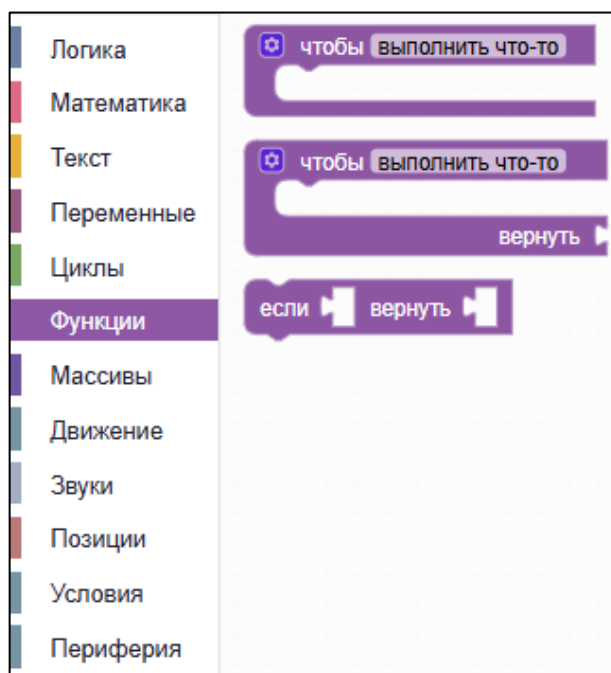


Рисунок II-17 – Раздел «Функции»

- Раздел «Массивы» – набор блоков с командами-массивами (см. Рисунок II-18).

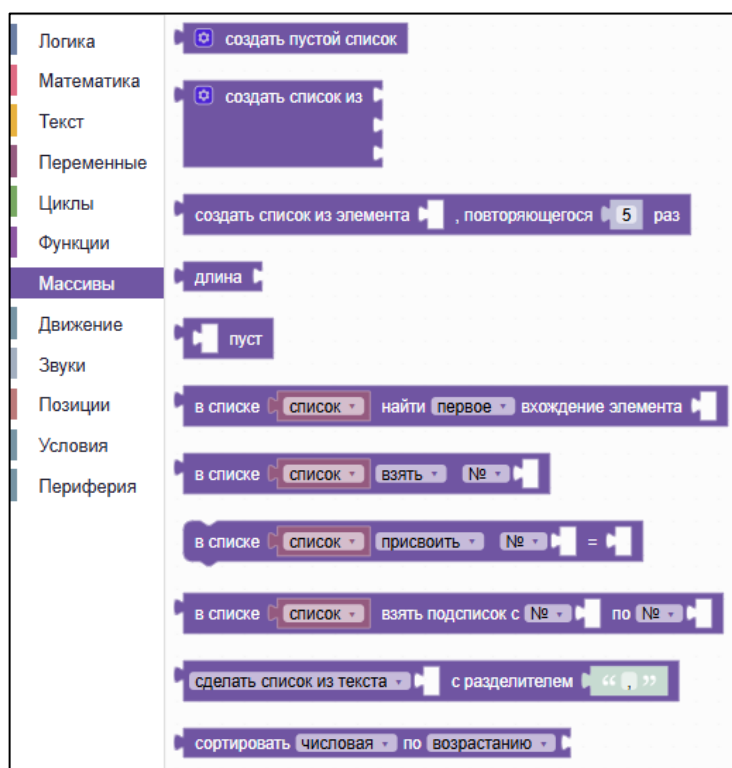


Рисунок II-18 – Раздел «Массивы»

Для получения справки по блоку необходимо нажать правой кнопкой мыши на блок и в открывшемся контекстном меню нажать кнопку «Справка» (см. Рисунок II-19). Также можно управлять блоком.

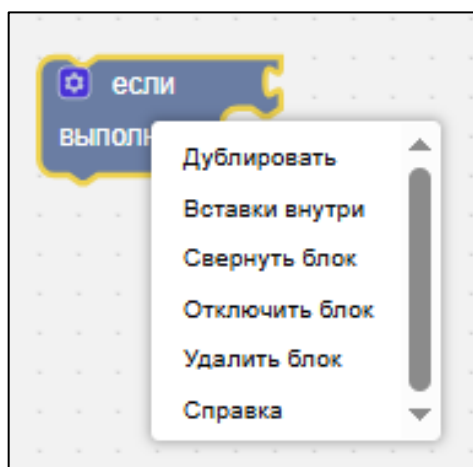


Рисунок II-19 – Контекстное меню блока

- Раздел «Движение» (см. Рисунок II-20):
  - «Переместиться в точку X со скоростью 1 и ускорением 1», где X – это выбор позиции, 1 – это процент от максимальных скорости и ускорения движения манипулятора;
  - «Подождать t секунд», где t – это время ожидания манипулятора.

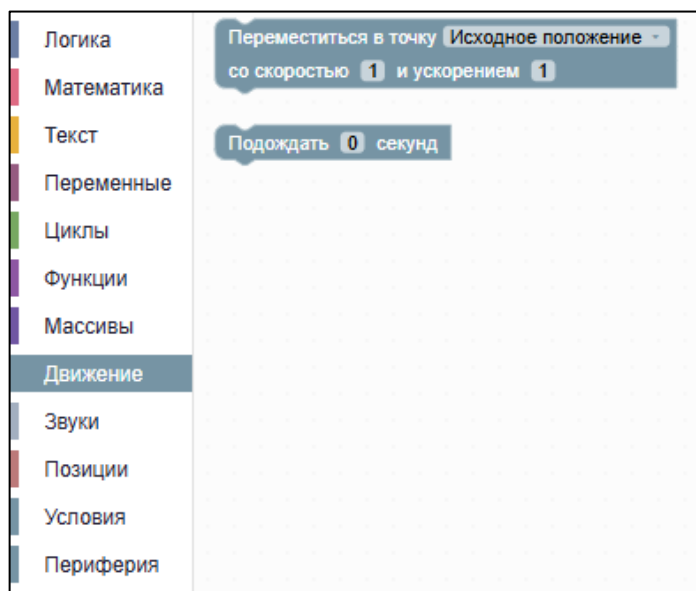


Рисунок II-20 – Раздел «Движение»

- Раздел «Звуки» (см. Рисунок II-21):



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

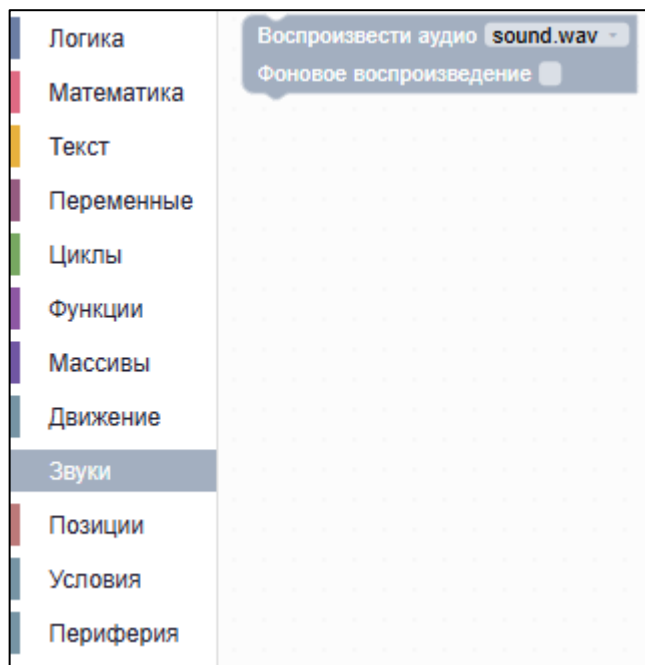


Рисунок II-21 – Раздел «Звуки»

- Раздел «Позиции» содержит кнопку «Добавить позицию», при нажатии на которую открывается форма для создания позиции манипулятора (см. Рисунок II-22). Введите имя позиции и настройте положение манипулятора с помощью направляющих ЦТИ, координат или суставов. Нажмите кнопку «Сохранить».

Логика

Математика

Текст

Переменные

Циклы

Функции

Массивы

Движение

Звуки

**Позиции**

Условия

Периферия

Добавить позицию

**Позиция**

Наименование

Введите имя позиции

**ЦТИ**

↓ ↑

← →

↑ ↓

↶ ↷

↸ ↹

**Координаты**

X 0 — +

Y 0 — +

Z 0 — +

RX 0 — +

RY 0 — +

RZ 0 — +

Сохранить

Удалить

Рисунок II-22 – Форма для создания позиции манипулятора

- Раздел «Условия» – подключение внешних устройств на вход (см. Рисунок II-23).

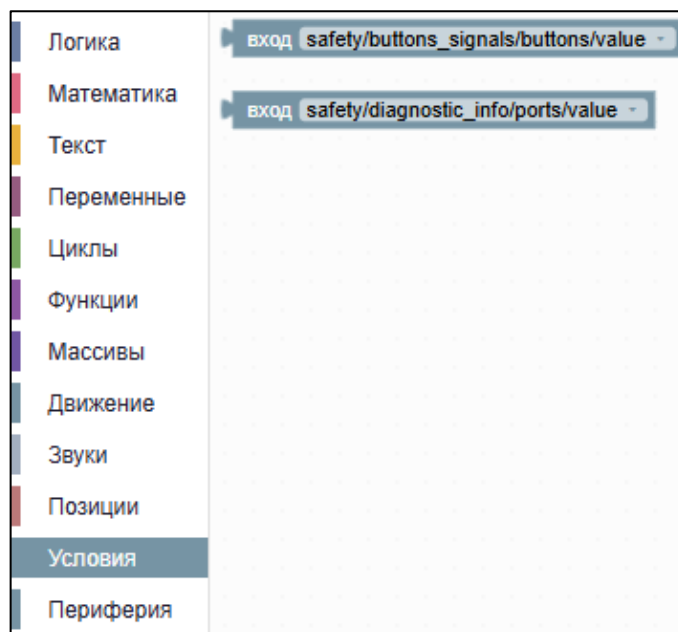


Рисунок II-23 – Раздел «Условия»

- Раздел «Периферия» – подключение внешних устройств на выход (см. Рисунок II-24).

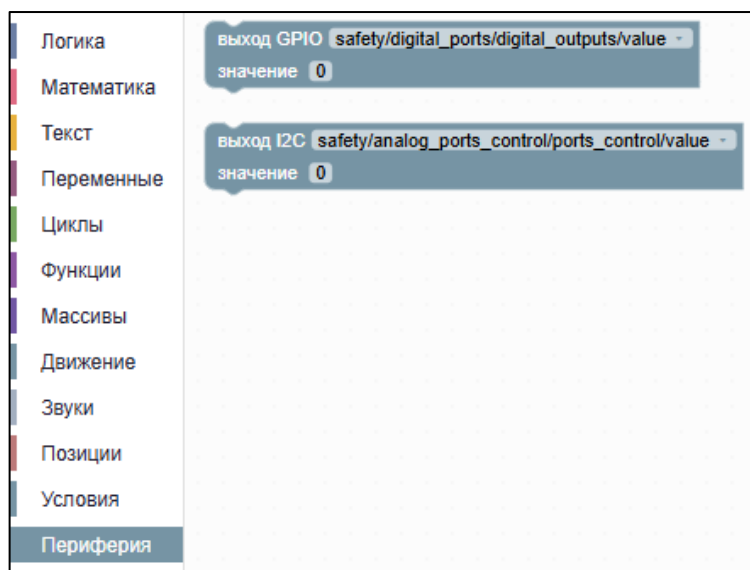


Рисунок II-24 – Раздел «Периферия»

Процесс построения алгоритма:

- Создайте позиции, то есть точки, между которыми манипулятор будет выполнять перемещение.
- Добавьте в рабочую область блоки из раздела «Движение» – в каждом блоке должна быть указана позиция, в которую необходимо переместиться.

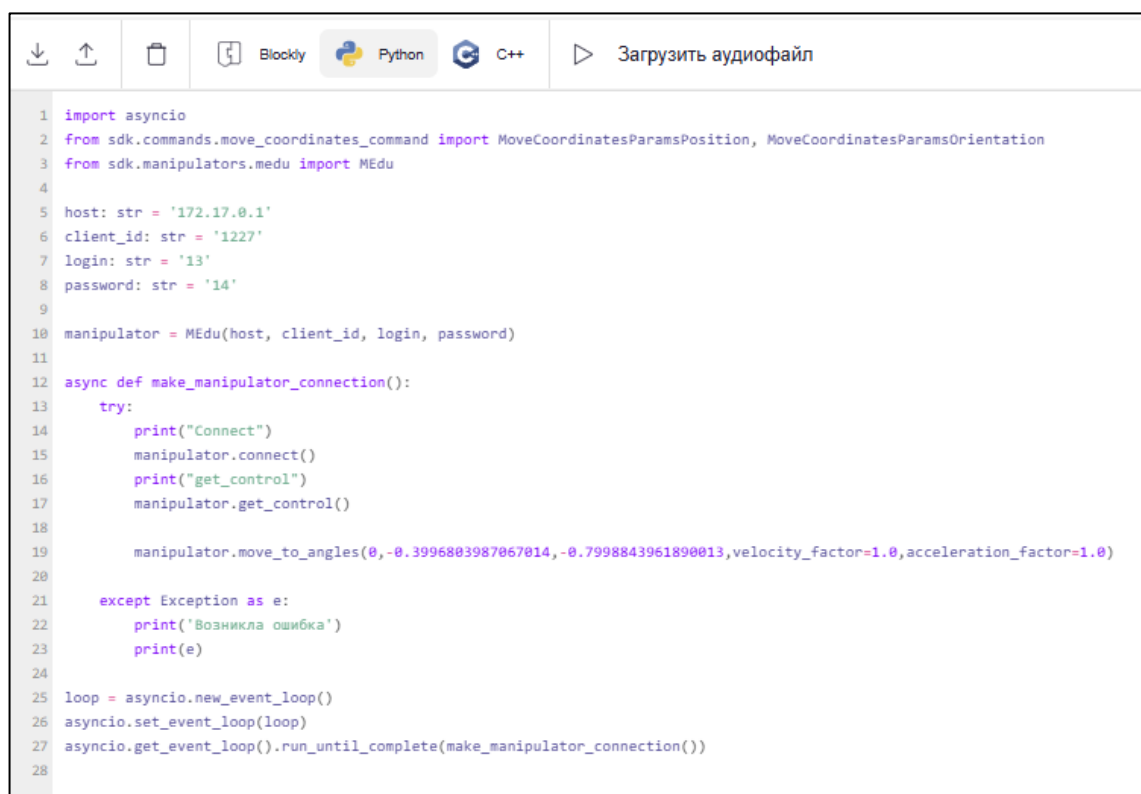
- Добавьте в рабочую область блоки «Подождать t секунд» и «Воспроизвести аудио {sound, start, finish, wait} Фоновое воспроизведение {флаг}».
- Соедините блоки друг с другом в правильном порядке, чтобы движение между точками выполнялось последовательно.
- Запустите выполнение алгоритма на манипуляторе, нажав кнопку «Запуск на манипуляторе».

Для построения более сложных программ используйте дополнительные блоки.

## 4.2 Создание программ с помощью языка программирования Python

Python – язык программирования, который широко используется в различных областях, таких как веб-разработка, анализ данных, машинное обучение и разработка программного обеспечения.

Для создания программы с помощью языка программирования Python нажмите кнопку «Python». Отобразится исходный код Python в рабочей области – минимальная заготовка для программы управления манипулятором (см. Рисунок II-25).



```

1 import asyncio
2 from sdk.commands.move_coordinates_command import MoveCoordinatesParamsPosition, MoveCoordinatesParamsOrientation
3 from sdk.manipulators.medu import MEdu
4
5 host: str = '172.17.0.1'
6 client_id: str = '1227'
7 login: str = '13'
8 password: str = '14'
9
10 manipulator = MEdu(host, client_id, login, password)
11
12 async def make_manipulator_connection():
13     try:
14         print("Connect")
15         manipulator.connect()
16         print("get_control")
17         manipulator.get_control()
18
19         manipulator.move_to_angles(0, -0.3996883987067014, -0.7998843961890013, velocity_factor=1.0, acceleration_factor=1.0)
20
21     except Exception as e:
22         print('Возникла ошибка')
23         print(e)
24
25 loop = asyncio.new_event_loop()
26 asyncio.set_event_loop(loop)
27 asyncio.get_event_loop().run_until_complete(make_manipulator_connection())
28

```

Рисунок II-25 – Исходный код Python

Можно самостоятельно добавлять нужные строки кода, а можно написать программу в Blockly, и она автоматически отобразится в строках кода Python.

### **4.3 Создание программ с помощью языка программирования C++**

C++ – это компилируемый, статически типизированный язык программирования общего назначения.

Программа на языке C++ для управления манипулятором разрабатывается с нуля.

### **4.4 SDK**

Promobot M Control SDK предоставляет программный интерфейс для управления промышленными и учебными роботами-манипуляторами под управлением программного обеспечения Promobot M Control, в частности промышленный робот-манипулятор Promobot M13, автоматизации задач и их интеграции с внешними системами. Поддерживаются как синхронные, так и асинхронные операции, что обеспечивает гибкость разработки для различных сценариев применения.

Основные возможности SDK:

1. Подключение манипулятора.
2. Перемещение и управление движением:
  - задание целевых координат в декартовом пространстве или целевых углов каждого узла для точного позиционирования манипулятора;
  - управление параметрами движения с помощью коэффициентов скорости и ускорения;
  - реализация сложных траекторий, включая движение по дуге и последовательные перемещения по точкам;
  - отслеживание положения манипулятора и его узлов в режиме реального времени;
  - управление состоянием манипулятора (активный режим, режим ожидания, остановка и т.д.);
  - смена режимов управления сервоприводами.
3. Работа с инструментом и сменными модулями:
  - управление питанием инструмента манипулятора;

- управление гриппером и вакуумным насосом;
  - управление ориентацией фланца инструмента;
  - возможность проигрывания аудиофайлов на манипуляторе для оповещений или пользовательских сценариев.
4. Взаимодействие с внешними устройствами – управление внешними устройствами и датчиками через стандартные промышленные интерфейсы GPIO и I2C.
5. Автоматизация:
- выполнения программ по указанному имени;
  - выполнение Python-скриптов;
  - выполнение программ с передачей JSON-данных;
  - тайм-ауты операций.
6. Диагностика – обработка сбоев и ошибок манипулятора.

Поддерживаемые платформы: манипуляторы под управлением программного обеспечения Promobot M Control, в частности промышленный робот-манипулятор Promobot M13.

Поддерживаемые языки программирования: Python, C++

Место хранения SDK: <https://test.pypi.org/project/pm-python-sdk/0.6.3/#description>

Установка SDK Python на ОС Linux:

1. Убедитесь, что у вас установлен Python 3.12+ и pip.
2. Выполните команду установки из тестового репозитория *Test PyPI*:  
`pip install -i https://test.pypi.org/simple/ pm-python-sdk`

## 5. МОНИТОРИНГ

Функционал раздела «Мониторинг» будет добавлен в следующих версиях программного обеспечения.

В левом нижнем углу отображаются версии интерфейса, релиза и прошивки. Версии отображаются только при подключенном манипуляторе (см. Рисунок II-26).

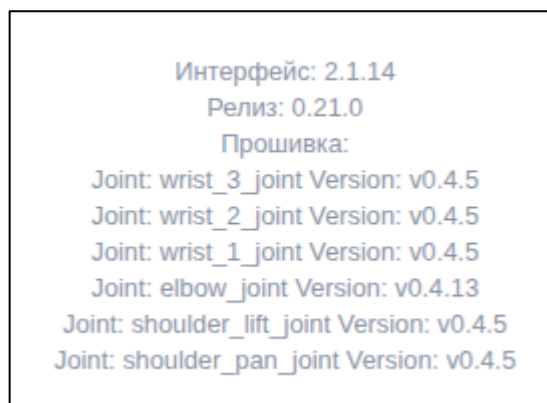


Рисунок II-26 – Отображение версии интерфейса, релиза и прошивки

## 6. ОБНОВЛЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Для того чтобы проверить версию приложения нажмите кнопку «Мониторинг» на главной панели с кнопками.

В левом нижнем углу отображаются версии интерфейса, релиза и прошивки. Версии отображаются только при подключенном манипуляторе.

Чтобы понять, что у вас последняя версия ПО, сравните информацию в левом нижнем углу с информацией в последнем релизе.

При несоответствии выполните следующие действия:

1. Подключите манипулятор к интернету.
2. Закройте приложение.
3. Запустите файл «MControl\_update» на рабочем столе (см. Рисунок II-27).

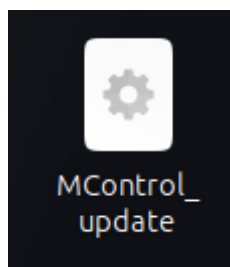


Рисунок II-27 – Файл «MControl\_update»

4. Откроется окно «UPDATE» (см. Рисунок II-28).

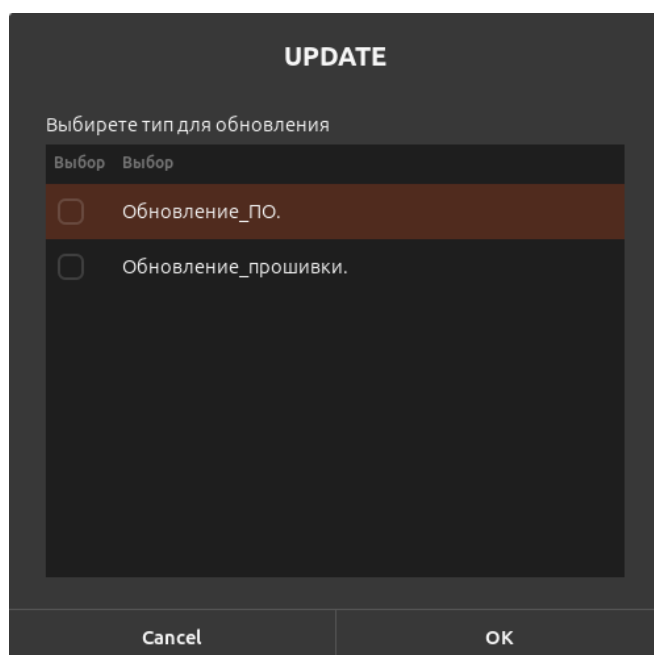


Рисунок II-28 – Окно «UPDATE»

5. Выберите обязательно оба варианта: «Обновление\_ПО» и «Обновление\_прошивки». Нажмите «ОК» для запуска обновления. Откроется окно выбора компонентов для обновления.
6. Выберите все компоненты и нажмите кнопку «ОК». Выбор не всех пунктов может привести к поломке устройства.
7. По окончании обновления отобразится уведомление «UPDATE MControl» (см. Рисунок II-29). Нажмите кнопку «ОК».

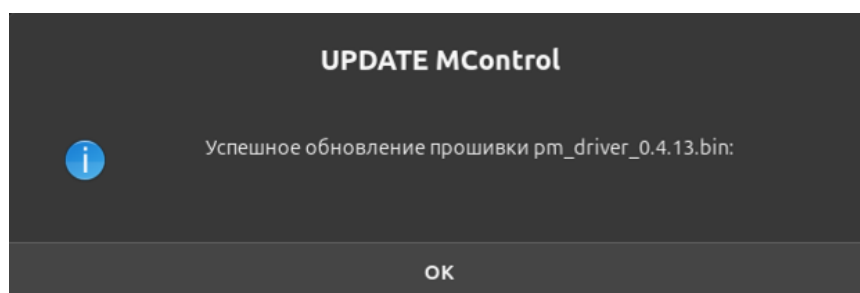


Рисунок II-29 – Уведомление «UPDATE MControl»

8. Выключите манипулятор и включите снова.
  9. Обновите страницу после автоматического запуска приложения, используя горячие клавиши Shift+F5.
- Приложение обновится.