

PULSE **РОБОТ-МАНИПУЛЯТОР**

РУКОВОДСТВО ПО УСТАНОВКЕ ОБОРУДОВАНИЯ



СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ ЗНАКИ.....	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДЕЛИИ	4
1.1. Основные компоненты и функции.....	4
1.2. Ограничения по использованию	5
1.3. Комплект поставки	6
1.4. Спецификации робота-манипулятора.....	6
1.5. Условия эксплуатации.....	8
1.6. Блок управления.....	8
Передняя панель.....	9
Задняя панель	10
1.7. Кнопка аварийного останова	10
1.8. Запястье	11
1.9. Кнопки управления.....	12
2. УСТАНОВКА	13
2.1. Общие требования	13
Требование о непрерывном энергоснабжении	14
2.2. Механическое интегрирование	14
2.2.1. Установка робота манипулятора	14
2.2.2. Установка блока управления	15
2.3. Электрическое интегрирование.....	16
2.3.1. Подключение к источнику питания	16
2.3.3. Разъемы цифровых входов / выходов	16
2.4. Монтаж рабочего органа	18
2.5. Процедура интегрирования	19
3. НАЧАЛО РАБОТЫ	20
ПРИЛОЖЕНИЕ I. ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЕЖ МАНИПУЛЯТОРА PULSE	22
ПРИЛОЖЕНИЕ II. КИНЕМАТИКА МАНИПУЛЯТОРА PULSE	23

ВВЕДЕНИЕ

Данное руководство предназначено в помощь интегратору и его персоналу при установке и запуске комплекса оборудования, состоящего из робота-манипулятора PULSE (далее— робот-манипулятор, манипулятор, робот), рабочего органа (также рабочего инструмента), блока управления и кнопки аварийного останова. Данный документ содержит следующие сведения об указанном комплексе оборудования:

- основные компоненты и функции
- условия эксплуатации и ограничения по использованию
- габаритные размеры и спецификации
- требования по механическому и электрическому интегрированию
- проверки до запуска в эксплуатацию и процедура запуска в эксплуатацию

ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ ЗНАКИ

Ниже приводятся условные обозначения, используемые в данном руководстве, с расшифровкой их значений.



Указывает на важную информацию, которая непосредственно не связана с обеспечением безопасности, но должна учитываться пользователем при эксплуатации изделия.



Указывает на важные правила безопасности, которые пользователь должен неукоснительно соблюдать.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДЕЛИИ

1.1. Основные компоненты и функции

Робот-манипулятор PULSE предназначен для эксплуатации при непосредственном взаимодействии с людьми в коммерческих и промышленных целях, в частности, для следующих операций:

- перемещение грузов
- упаковка
- сборка
- обслуживание станков
- скрепление винтами или болтами
- склеивание
- сварка и т.д.



Хотя конструкция робота-манипулятора предусматривает возможность безопасной работы при непосредственном взаимодействии с людьми, интегратор обязан выполнить оценку рисков на предмет необходимости дополнительных мер защиты (например, защитных ограждений).

Помимо робота-манипулятора, в комплект поставки также входят аппаратные и программные компоненты, перечисленные в Таблице 1-1.

Таблица 1-1: Программные и аппаратные компоненты в комплекте робота PULSE

Компонент	Назначение	См. также
Аппаратные		
Блок управления	Управление роботом-манипулятором PULSE	Раздел 1.6
Кнопка аварийного останова	Прекращение работы манипулятора (останов категории 1) в случае аварии	Раздел 1.7
Программные		
PULSE DESK	Программное обеспечение, предустановленное на модуле ПК, встроенном в блок управления. Позволяет программировать движение манипулятора по желаемой траектории и выполнять различные манипуляции с рабочим органом.	«Pulse Desk. Руководство оператора»

Робот-манипулятор PULSE имеет модульную конструкцию, состоящую из следующих элементов (см. Рисунок 1-1):

- труба из алюминиевого сплава (1)
- сервоприводы собственной разработки Rozum Robotics (2)
- локотки (3)



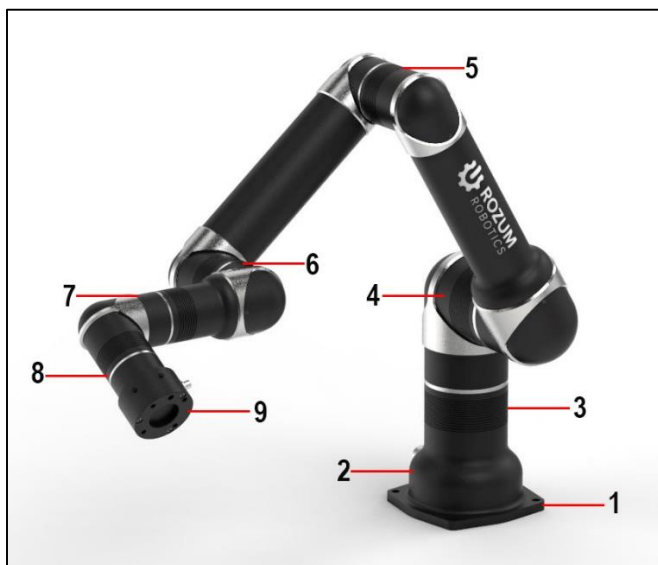
Рисунок 1-1: Элементы конструкции робота-манипулятора PULSE



Модульная конструкция позволяет создавать из отдельных элементов конструкции нестандартной конфигурации (например, для увеличения/уменьшения полезной нагрузки или количества степеней свободы, увеличения рабочего радиуса и т. д.).

Указанные элементы объединяются в шесть рабочих осей (см. Рисунок 1-2). Кроме того, в конструкции манипулятора выделяются следующие сегменты:

- фланец для установки рабочего органа (запястье)
- основание
- переходная плита



1	Переходная плита
2	Основание
3	Ось 1
4	Ось 2
5	Ось 3
6	Ось 4
7	Ось 5
8	Ось 6
9	Запястье

Рисунок 1-2: Сегменты конструкции робота-манипулятора PULSE

1.2. Ограничения по использованию

В отношении робота-манипулятора PULSE применимы следующие ограничения по использованию:



Несоблюдение указанных ограничений рассматривается как нарушение правил эксплуатации и может повлечь за собой аннулирование гарантии производителя.

- Не рекомендуется устанавливать робот-манипулятор PULSE во взрывоопасной или пожароопасной среде.

- Не рекомендуется осуществлять эксплуатацию манипулятора в присутствии коррозионных газов или жидкостей, солей, радиоактивных веществ, масляного тумана, пыли или порошков металлов.
- Перед установкой и вводом робота-манипулятора в эксплуатацию обязательно провести оценку рисков в отношении предполагаемых условий и места эксплуатации.
- При работе с манипулятором рекомендуется придерживаться установленных диапазонов рабочих параметров (см. Раздел 1.5).

1.3. Комплект поставки

Комплект поставки робота-манипулятора PULSE включает следующие компоненты:

- Робот-манипулятор в сборе с переходной плитой и запястьем
- Блок управления
- Кнопка аварийного останова с соединительным кабелем
- Силовой кабель 220 В
- Гибридный кабель для подключения манипулятора к блоку управления
- Пользовательская документация (также доступна [на сайте компании](#))

1.4. Спецификации робота-манипулятора

Спецификации робота-манипулятора PULSE приводятся в Таблице 1-2.

Таблица 1-2: Спецификации робота-манипулятора PULSE

Параметр	Значение
Вес ¹⁾	12,6 кг
Полезная нагрузка ¹⁾	4 кг
Количество степеней свободы ¹⁾	6
Рабочий радиус ¹⁾	630 мм
Повторяемость	+/-0,3 мм
Жизненный цикл	20 000+ часов
Класс защиты	IP20
Уровень шума	менее 60 дБ
Номинальное напряжение	48 В постоянного тока
Средняя потребляемая мощность	400 Вт
Максимальная потребляемая мощность	1 000 Вт
Максимальная скорость сочленения	0,5 об/с
Ускорение сочленения	5 рад/с ²
Максимальная скорость в центральной координате инструмента (ЦКИ)	2 м/с
Время ускорения 0-1 м/с	0,1 с

¹⁾ Указанные спецификации могут изменяться по требованию заказчика. В частности, есть возможность увеличивать рабочий радиус, вес, полезную нагрузку или добавить дополнительную, седьмую, степень свободы.

Длины шести осей манипулятора показаны на Рисунке 1-3 (подробные размерные данные можно найти на габаритном чертеже в Приложении I).

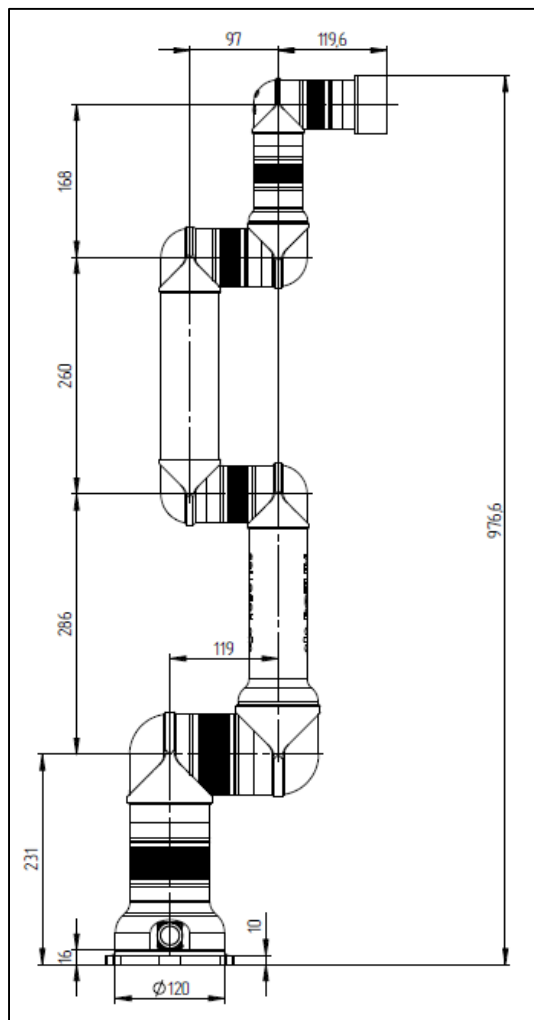


Рисунок 1-3: Длины осей робота-манипулятора

Диапазоны вращения осей соответствуют указанным в Таблице 1-3.

Таблица 1-3: Диапазоны вращения и максимальные скорости осей манипулятора

Ось	Диапазон вращения	Максимальная скорость
Ось 1 (основание)	От -360° до 360°	180°/с
Ось 2	От -360° до 360°	180°/с
Ось 3	От -160° до 160°	180°/с
Ось 4	От -170° до 170°	180°/с
Ось 5	От -360° до 360°	180°/с
Ось 6	От -360° до 360°	180°/с

На Рисунке 1-4 показана рабочая зона робота-манипулятора PULSE.



Рисунок 1-4: Рабочая зона робота-манипулятора PULSE



Зона цилиндрической формы диаметром 0,239 м вокруг основания робота— зона бесконечных решений. Не рекомендуется программировать перемещения робота-манипулятора или рабочего инструмента в пределах этой зоны.

1.5. Условия эксплуатации

Робот-манипулятор PULSE предназначен *исключительно для эксплуатации внутри помещений*. В ходе эксплуатации необходимо обеспечить следующий режим:

- Температура окружающей среды: от 0°C до +45°C

1.6. Блок управления

В комплексе оборудования робота-манипулятора PULSE блок управления выполняет функции контроля и управления работой манипулятора, обеспечивая интерфейс коммуникации между аппаратными и программными компонентами этого комплекса.

Блок управления представляет собой корпус с параметрами и размерами, указанными в Таблице 1-4. В корпус встроены модуль персонального компьютера (ПК) с предустановленным программным обеспечением (PULSE DESK) и прочие модули, которые выполняют функции обмена данными, обеспечения безопасности, а также иные значимые функции.

Таблица 1-4: Спецификации блока управления

Параметр	Значение
Вес	9 кг
Габариты (Д x Ш x В)	283 x 483 x 91 мм
Уровень шума	Менее 60 дБ
Степень защиты	IP20
Интерфейсы	<ul style="list-style-type: none"> 4 цифровых входа, 2 цифровых выхода 1 USB-порт 1 Ethernet-порт (RJ-45, 100 BASE-T)
Реализация API	Python/ REST API

Передняя панель

На передней панели блока управления есть два светодиодных индикатора (СИД)—зеленый и красный (см. Рисунок 1-5).



Рисунок 1-5: Передняя панель блока управления

Индикаторы на передней панели обеспечивают индикацию состояний и ошибок комплекса оборудования робота-манипулятора. Световые сигналы и их расшифровка представлены в Таблице 1-5.

Таблица 1-5: Индикаторы на передней панели блока управления

Назначение	Состояние/ событие	Цвет индикатора	Режим индикации
Индикация состояний комплекса оборудования	Оборудование выключено	Зеленый	Индикатор выключен
	Загрузка		Мигает
	Готовность к работе		Индикатор выключен
	Рабочий режим		Горит, не мигая
	Завершение работы		Горит, не мигая
	Состояние индикатора по умолчанию		Горит, не мигая
	Ошибка		Мерцает
Индикация ошибок	Оборудование выключено	Красный	Индикатор выключен
	Состояние индикатора по умолчанию		Индикатор выключен
	Ошибка		Индикатор выключен

Задняя панель

На задней панели блока управления расположены:

- все основные разъемы комплекса оборудования
- выключатель питания
- предохранитель
- четыре отверстия для установки в стойку



Рисунок 1-6: Задняя панель блока управления

№	Назначение
1	4 цифровых входа и 2 цифровых выхода (см. Раздел 2.3.3)
2	USB-порт 2.0
3	Предохранитель
4	Разъем под силовой кабель 220 В
5	Выключатель питания для включения/ выключения сетевого питания
6	Ethernet-порт для интеграции робота-манипулятора в локальную сеть предприятия (спецификации см. в Таблице 1.4)
7	Разъем для подключения кнопки аварийного останова
8	Разъем 48 В под кабель для подключения робота-манипулятора к блоку управления
9	Монтажные отверстия

1.7. Кнопка аварийного останова

Кнопка аварийного останова для робота-манипулятора PULSE поставляется как отдельное устройство в сборе с соединительным кабелем. Кнопка обеспечивает останов Категории 1 в соответствии со стандартом ISO 10218-1—контролируемое выключение, предполагающее подачу питания на сервоприводы в сочленениях манипулятора до момента их полной остановки.



Рисунок 1-7: Кнопка аварийного останова



Вид кнопки аварийного останова может отличаться от показанного на Рисунке 1-7.

Для каждого комплекта оборудования робота-манипулятора должна быть предусмотрена отдельная кнопка аварийного останова. Данная кнопка может устанавливаться в любом месте в пределах досягаемости оператора. Кнопку следует использовать для быстрой остановки манипулятора в случае аварии **при условии, что иные защитные мероприятия невозможны или не дали нужного результата.**

Чтобы **перезапустить** робот-манипулятор после аварийной остановки, необходимо выполнить перезагрузку в описанном далее порядке:

1. Дождаться полной остановки манипулятора. Индикатор на запястье робота-манипулятора должен погаснуть.
2. Отжать кнопку аварийного останова.
3. Переключить выключатель питания на задней панели блока управления в положение «выкл.» или вынуть шнур питания из сетевой розетки.
4. Снова включить оборудование в порядке, описанном в Разделе 3.



Прежде, чем перезапустить манипулятор после аварийного останова, следует убедиться, что кнопка аварийного останова отжата. В противном случае оборудование не запустится, и на блоке управления загорится красный индикатор.

1.8. Запястье

Робот-манипулятор поставляется с уже установленным **запястьем**—специальным фланцем для крепления рабочего органа.



Рабочий орган—это инструмент или устройство, обеспечивающее возможность выполнения роботом-манипулятором различных операций с учетом его назначения. Рабочие органы не входят в комплект поставки «Rozum Robotics».

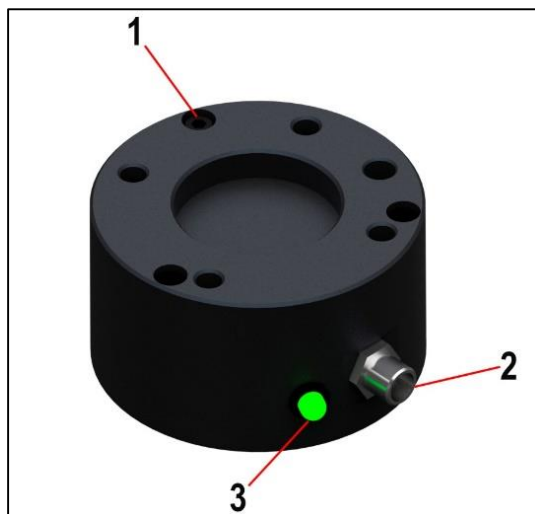


Рисунок 1-8: Запястье робота-манипулятора PULSE

На запястье робота-манипулятора PULSE расположены:

- Стандартные отверстия ISO 9409-1-50-4-M6 для механического интегрирования (1)
- Кабельный вывод (2) для электрического подключения рабочего органа
- Светодиодный индикатор (3)



Если стандартные отверстия ISO 9409-1-50-4-M6 не подходят для установки предполагаемого рабочего органа, пользователь (интегратор) должны обеспечить наличие надлежащего переходника.

В Таблице 1-6 ниже описана индикация при помощи СИД на запястье.

Таблица 1-6: Индикация на запястье манипулятора PULSE

Состояние манипулятора	Индикация
Выключен	Отсутствует
Режим ожидания (блокировка в текущем положении)	Немигающий зеленый
Рабочий режим (выполняется движение)	Мигающий зеленый
Режим обучения	Немигающий желтый
Ошибка	Немигающий красный
Нажата одна из кнопок управления	Мигающая цветовая индикация

1.9. Кнопки управления

Кнопки управления в текущем исполнении манипулятора (для работы с захватным устройством) расположены на локотке выше запястья (см. Рисунок 1-9).

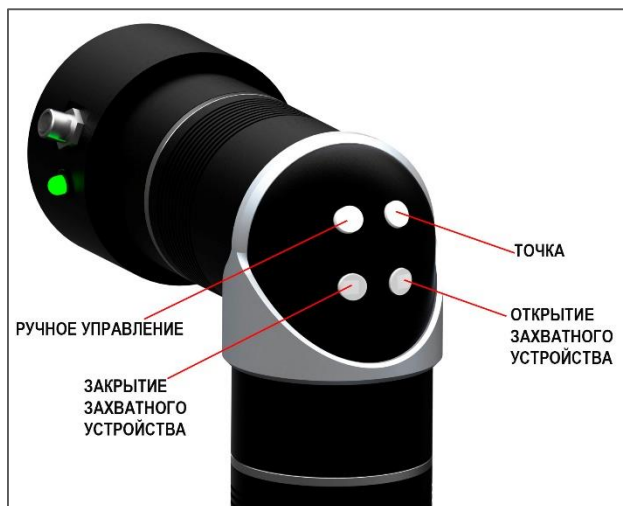


Рисунок 1-9: Кнопки управления на манипуляторе PULSE

Функции кнопок описаны в Таблице 1-7 ниже. Более подробные сведения об использовании кнопок для управления роботом-манипуляторами приводятся в документе «PULSE DESK. РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА».

Таблица 1-7: Функции кнопок управления

Название	Функция
Режим ручного управления	Включение/ выключение ручного управления (в этом режиме пользователь может задавать траекторию движения робота, перемещая его оси вручную)
Точка	Добавление новых позиций робота в программу, выполняемую в PULSE DESK
Открытие захватного устройства	Открытие захватного устройства, подключенного к запястью
Закрытие захватного устройства	Закрытие захватного устройства, подключенного к запястью

2. УСТАНОВКА

2.1. Общие требования

Робот-манипулятор PULSE предназначен для эксплуатации как часть пользовательской производственной среды. Соответственно, безопасность его работы в значительной степени определяется условиями этой производственной среды. В связи с этим общепринятой практикой является проведение для каждого отдельно взятого манипулятора **оценки рисков** в отношении условий такой производственной среды. Обязательства по проведению оценки рисков возлагаются на интегратора. По результатам оценки интегратор определяет дополнительные меры безопасности (например, защитные ограждения), которые необходимы для защиты оператора манипулятора.

Перед установкой оборудования следует выполнить описанные ниже подготовительные работы:

1. Распаковать робот-манипулятор и другие компоненты комплекса оборудования.
2. Проверить комплектацию по перечню в Разделе 1.3.
3. Выполнить внешний осмотр робота манипулятора и другого оборудования на наличие повреждений или дефектов.



В случае выявления повреждений/ дефектов или отсутствия какого-либо из компонентов комплекта поставки рекомендуем связаться с дилером или производителем.



При распаковке и установке робота-манипулятора не рекомендуется вручную передвигать или вращать сочленения робота, поскольку это может привести к повреждению его конструкции.

Установка робота-манипулятора PULSE выполняется в два этапа:

1. Механическое интегрирование
2. Электрическое интегрирование

Требование о непрерывном энергоснабжении

В целях безопасности интегратор обязан обеспечить непрерывное энергоснабжение робота-манипулятора (например, посредством установки источника бесперебойного питания, резервной цепи, т. д.). В противном случае робот не сможет сохранить свою позицию после выключения питания, что может привести к серьезным повреждениям.

2.2. Механическое интегрирование



Риск травмирования! Чтобы устранить риск защемления, при выполнении установочных работ кисти рук следует располагать на максимальном удалении от сочленений манипулятора. Также рекомендуется предварительно снять украшения и удостовериться, что одежда застегнута и заправлена. Если волосы длинные, их следует собрать в пучок.

2.2.1. Установка робота манипулятора

Хотя площадь основания робота-манипулятора PULSE составляет всего 120 мм (см. Рисунок 2-1), при выборе места под его установку следует учитывать размеры его рабочей зоны (Рисунок 1-4). Это позволит исключить риск коллизии с другими компонентами оборудования и объектами.

Рекомендованное установочное положение робота-манипулятора PULSE—**вертикально на горизонтальной неподвижной поверхности**. Монтажная поверхность должна соответствовать следующим требованиям:

- должна быть ровной, устойчивой и прочной
- должна выдерживать нагрузку, в 8 раз превышающую вес робота (см. Таблицу 1-2)

Установка предполагает выполнение следующих действий:

1. Установить манипулятор в вертикальное положение.
2. Удерживая манипулятор в вертикальном положении, зафиксировать его на монтажной поверхности, затянув четыре болта М8 в отверстиях на переходной плите (см. Рисунок 2-1).

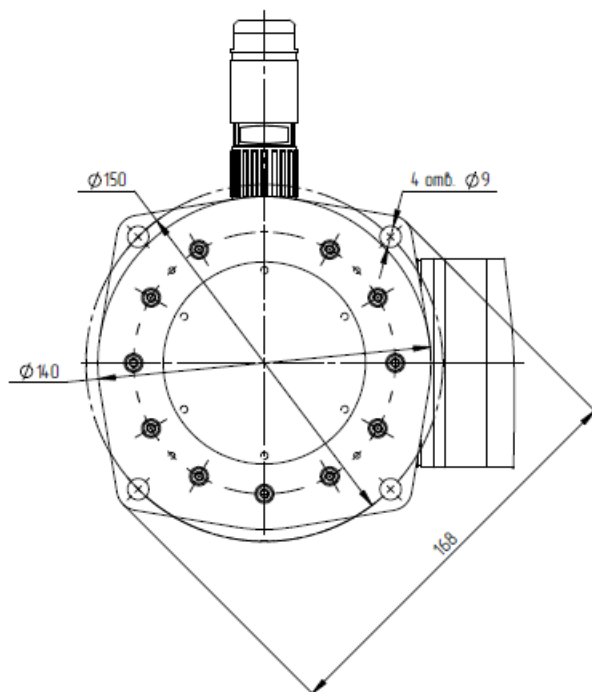


Рисунок 2-1: Основание манипулятора PULSE

2.2.2. Установка блока управления

Установка блока управления может выполняться одним из следующих способов:

- Установка в горизонтальном положении на ровной устойчивой поверхности (например, на столе)
- Установка в вертикальном положении на специальном стенде
- Монтаж в стойке (DIN 19")

Выбор способа установки зависит от конкретных условий эксплуатации робота-манипулятора и требований заказчика. В любом случае расстояние от блока управления до робота-манипулятора не должно превышать 3 метров, что соответствует длине соединительного кабеля. В противном случае следует рассмотреть необходимость установки расширения.



При установке блока управления необходимо обеспечить зазор шириной по 50 мм от передней и задней панелей.

2.3. Электрическое интегрирование



До начала работ по электрическому интегрированию следует удостовериться, что ни на робот-манипулятор, ни на блок управления не подается питание.

Все основные разъемы, необходимые для электрического интегрирования робота-манипулятора, расположены на задней панели блока управления (см. Рисунок 1-6).

2.3.1. Подключение к источнику питания

Силовое подключение блока управления соответствует требованиям стандарта IEC 60320-1 C14. Электрические характеристики этого подключения указаны в Таблице 2-1.

Таблица 2-1: Электрические характеристики силового подключения блока управления

Параметр	Значение/ диапазон	Единица
Входное напряжение	100–264	В перем. тока
Частота питающей сети	47–63	Гц
Потребление мощности в режиме ожидания	10	Вт
Средняя рабочая мощность	400	Вт



Для усиления безопасности следует рассмотреть необходимость установки внешнего сетевого выключателя с предохранителем.

2.3.3. Разъемы цифровых входов / выходов

На блоке управления есть 4 цифровых входа и 2 цифровых выхода, которые можно использовать для подключения дополнительного оборудования, в том числе, датчиков, защитных устройств, ПЛК, т. д. Соответствующие разъемы расположены на задней панели блока управления (см. Рисунок 1-6).



Длина кабеля от цифровых входов/ выходов до подключенного оборудования не должна превышать 2 метров. В противном случае качество сигнала может ухудшиться.

В текущем исполнении два нижних разъема ЗАРЕЗЕРВИРОВАНЫ. На Рисунке 2-2 показана распиновка для двух верхних разъемов.

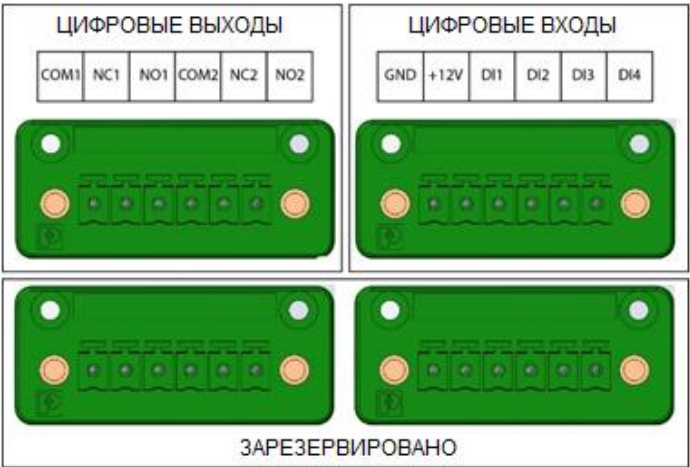
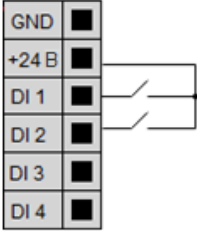


Рисунок 2-2: Распиновка цифровых входов/выходов

Таблица 2-3: Характеристики релейных выходов

Релейный выход 1	Релейный выход 2	Описание	Характеристики
COM1	COM2	Общий	 Нагрузочная способность контакта: 48 В, 0,5 А
NC1	NC2	Нормально замкнутый	
NO1	NO2	Нормально разомкнутый	

Таблица 2-4: Характеристики цифровых входов

Цифровой выход	Описание	Характеристики
12 В постоянного тока	Питание внешнего устройства	Максимальная нагрузка по току: 1 А
GND	Земля, 0 В	
DI1, DI2, DI3, DI4	Цифровой вход	Максимально допустимый ток: 35 мА Диапазон входного напряжения (высокий уровень): 5-12 В Диапазон входного напряжения (низкий уровень): 0-1,5 В 

2.4. Монтаж рабочего органа

В зависимости от конкретных нужд с роботом-манипулятором PULSE можно использовать различные рабочие органы. Возможные варианты: захватные устройства для операций перемещения грузов, специальные инструменты для резки, сверления, шлифования, сварочные горелки и т.д.



Выбор типа и модели рабочего органа—задача интегратора.

Чтобы закрепить рабочий орган на робот-манипулятор, необходимо использовать отверстия и разъемы, предусмотренные на запястье для механического и электрического интегрирования (см. Рисунок 1-8). В базовой конфигурации запястье робота-манипулятора PULSE для целей механического интегрирования оснащается отверстиями стандарта ISO 9409-1-50-4-M6, как показано на Рисунке 2-3.

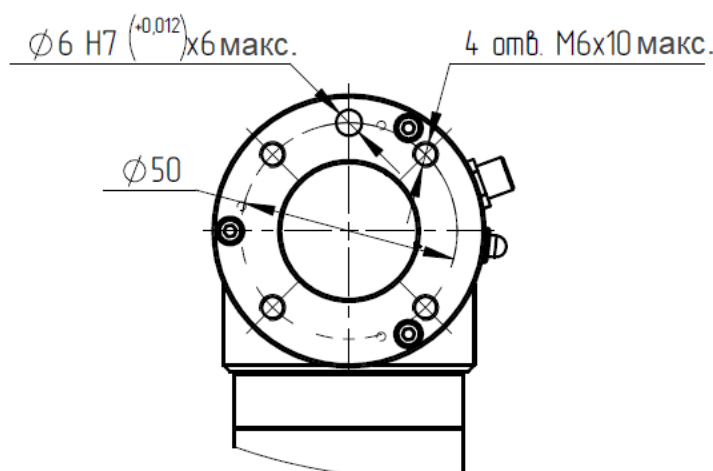


Рисунок 2-3: Разъемы на запястье в базовом исполнении



Если разъемы на предполагаемом рабочем инструменте отличаются от стандартных ISO 9409-1-50-4-M6, необходимо дополнительно установить переходник.

В базовом исполнении **разъем для электрического интегрирования** на запястье имеет конфигурацию, показанную на Рисунке 2-4.

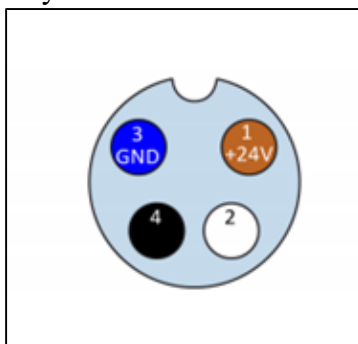


Рисунок 2-4: Разъем для электрического интегрирования рабочего органа

Таблица 2-3: Распиновка разъема для подключения рабочего органа

Контакт	Цвет провода	Сигнал
1	Коричневый	+24 В
2	Белый	Цифровой выход 1
3	Синий	Заземление
4	Черный	Цифровой выход 2

На Рисунке 2-5 ниже представлена электрическая схема цифровых выходов в разъеме запястья. Соблюдение указанных на ней параметров важно обеспечить при выборе и подключении рабочего органа.

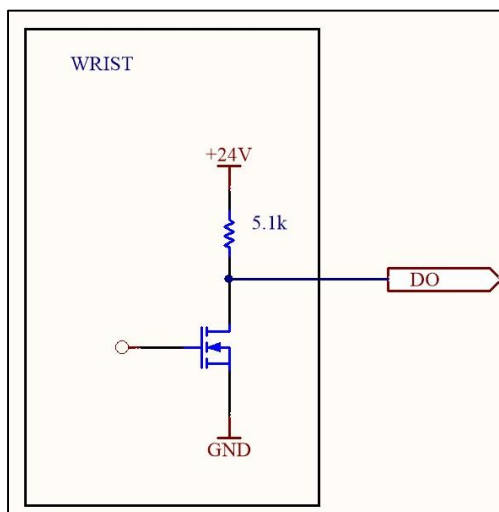


Рисунок 2-5: Электрическая схема цифровых выходов запястья

2.5. Процедура интегрирования

Чтобы интегрировать робот-манипулятор PULSE в пользовательскую систему, рекомендуется выполнить описанные ниже действия:



Последовательность действий в пунктах 2-7 приводится исключительно для справочных целей и может изменяться по желанию пользователя. Из соображений безопасности рекомендуется подключать робот-манипулятор к источнику питания в последнюю очередь.



Использовать только кабели из комплекта поставки!

1. Установить робот-манипулятор на монтажную поверхность в выбранном месте (см. Раздел 2.2).
2. Закрепить выбранный рабочий орган на запястье робота-манипулятора (см. Раздел 2.4).

3. Подключить кабель кнопки аварийного останова к соответствующему разъему (No. 7, Рисунок 1-6) на задней панели блока управления.
4. Подключить блок управления к манипулятору при помощи гибридного кабеля 48 В из комплекта поставки. Одним концом кабель должен быть подключен к разъему в основании робота-манипулятора, а другим—к разъему 48 В (No. 8, Рисунок 1-6) на задней панели блока управления. По этому кабелю не только подается питание на манипулятор, но и производится обмен данными между компонентами комплекса оборудования—роботом-манипулятором, блоком управления и рабочим органом.
5. (Опционально) Подключить необходимое оборудование (например, датчик, защитное устройство, ПЛК) к оборудованию робота-манипулятора, используя цифровые входы/ выходы (No. 1, Рисунок 1-6) на задней панели блока управления. Более подробная информация по подключению приводится в Разделе 2.3.3.
6. Подключить блок управления к источнику (сети) питания при помощи силового кабеля 220 В из комплекта поставки. Разъем для подключения этого кабеля расположен на задней панели блока управления (No. 4, Рисунок 1-6).

3. НАЧАЛО РАБОТЫ

После завершения интеграции робота-манипулятора в пользовательскую систему в соответствии с Разделом 2.5 можно приступить к его запуску и эксплуатации. При первом и последующем запусках рекомендуется удостовериться, что:

- Робот-манипулятор надежно зафиксирован на прочной поверхности и не будет расшатываться во время работы.



Если крепления манипулятора ослаблены, а поверхность недостаточно устойчива и прочна, робот может упасть или перевернуться во время работы, причинив травмы и повреждения.

- Рабочий орган надежно закреплен на запястье манипулятора и не может выпасть во время работы.
- На кабелях отсутствуют повреждения, и все подключения выполнены надлежащим образом.
- Кнопка аварийного останова подключена к блоку управления, и оператор может дотянуться до нее со своего рабочего места в любой момент.
- Условия эксплуатации соответствуют требованиям Раздела 1.5.
- Все риски, выявленные во время оценки рабочей среды, были либо устранены, либо откорректированы должны образом за счет применения мер предосторожности (например, защитных устройств, ограничивающих доступ к рабочей зоне).
- В пределах рабочей зоны робота-манипулятора нет никаких препятствий, которые могли бы ограничить свободу перемещения или препятствовать надлежащей работе манипулятора.

Чтобы запустить робот-манипулятор PULSE, необходимо выполнить следующие действия:

1. Убедиться, что силовой кабель блока управления подключен к розетке питания.
2. Переключить внешний сетевой выключатель (если есть) в положение «ВКЛ.».
3. Переключить выключатель питания на задней панели блока управления в положение «ВКЛ.». После этого зеленый индикатор на передней панели должен дважды мигнуть.



Рисунок 3-1: Выключатель питания на задней панели блока управления

Блок управления запустит процедуру инициализации. Во время этой процедуры зеленый индикатор (Рисунок 1-4) на передней панели блока управления мигает.

После завершения инициализации блока управления зеленый индикатор перестает мигать и горит непрерывно. Затем начинается процедура инициализации робота-манипулятора. После завершения этой процедуры робот переходит в состояние «ГОТОВ К РАБОТЕ» (подробно состояния манипулятора описываются в документе «PULSE DESK. РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА»).

4. Открыть любой браузер и указать в строке поиска адрес робота-манипулятора и номер порта (см. Рисунок 3.2). На странице браузера отобразится экран Edit (Редактирование) программного обеспечения «PULSE DESK».

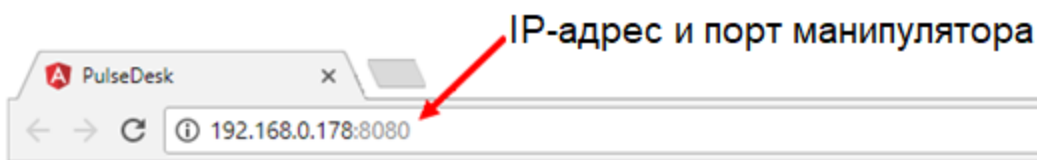


Рисунок 3.2: IP-адрес и номер порта в строке поиска



IP-адрес присваивается манипулятору DHCP-сервером динамически. Чтобы получить этот адрес, можно (а) отыскать последний заданный IP-адрес на DHCP сервере; либо (б) проверить IP-адреса устройств на портах 22 8080 и 8081.

Теперь можно приступать к программированию робота-манипулятора на выполнение необходимых операций. Подробные инструкции по программированию приводятся в документе «PULSE DESK.РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА».

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ II. КИНЕМАТИКА МАНИПУЛЯТОРА PULSE

Кинематику робота-манипулятора PULSE можно описать, используя три параметра представления Денавита-Хартенберга (см. Рисунок II-1) и Таблицу II-1. В частности, имеются в виду следующие параметры:

- **d**—расстояние от исходной точки до общей нормали по оси z предыдущего сочленения
- **a**—длина общей нормали
- **alpha**—угол вращения вокруг общей нормали, от предыдущей оси z до текущей



Общая нормаль двух пересекающихся осей сочленений—это линия, перпендикулярная обеим осям.

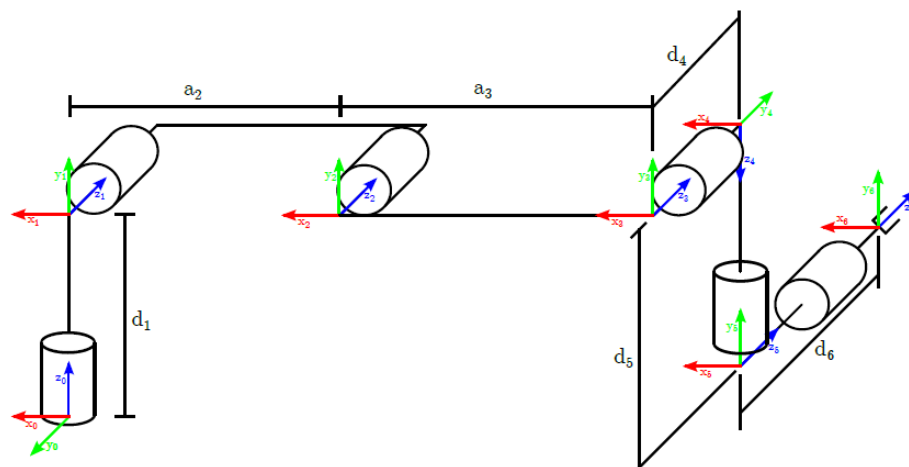


Рисунок II-1: Представление Денавита-Хартенберга применительно к роботу PULSE



Исходная точка—пересечение осей вращения Двигателя 1 и Двигателя 2.

Таблица II-1: Параметры представления Денавита-Хартенберга и их значения

Сочленение	d(м)	a(м)	alpha(рад)
1	0.2150	0	$\pi/2$
2	0	-0.2860	0
3	0	-0.2600	0
4	0.1190	0	$\pi/2$
5	0.1681	0	$-\pi/2$
6	0.1196	0	0