Комитет по образованию Санкт-Петербурга

Государственное бюджетное учреждение
дополнительного образования
Санкт-Петербургский центр детского (юношеского)
технического творчества

СИСТЕМА РАБОТЫ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Методические рекомендации для специалистов, обучающих детей промышленной робототехнике

Авторский коллектив: Котова А.А.
Андреева Ю.Г.
Юров А.В.
Давыдова В.Ю.
Савельева Ю.В.

Санкт-Петербург
2016

Комитет по образованию Санкт-Петербурга

ГБУ ДО Санкт-Петербургский центр детского (юношеского) технического творчества

Авторы: Котова А.А., Андреева Ю.Г., Юров А.В., Давыдова В.Ю., Савельева Ю.В.

Методические рекомендации «Система работы робототехнической лаборатории. Методические рекомендации для специалистов, обучающих детей промышленной робототехнике». — СПб, 2016.

Методические рекомендации включают в себя описание системы работы робототехнической лаборатории ГБУ ДО СПбЦД(Ю)ТТ по обучению детей промышленной робототехнике с использованием учебных демонстрационных промышленных стендов

Рекомендации будут интересны руководителям учреждений, методистам, преподавателям дополнительного образования, работающим в данной сфере.

Сборник печатается по решению научно-методического совета ГБУ ДО СПбЦД(Ю)ТТ.

Ответственный за выпуск Ильева Е.М.

Оформление: Осипова Н.В.

ISBN: 9785944321367

Тираж отпечатан ООО «ЭсПэХа». 100 экз.

188681, Ленинградская область, Всеволожский район,

посёлок Красная Заря, дом №15

Телефон 8 (812) 325-99-96

© ГБУ ДО Санкт-Петербургский центр детского (юношеского) технического творчества.

Содержание

1. Введение 6

2. Аннотация к дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе для детей «основы инженерного проектирования робототехнических и мехатронных систем» 11

3. Теоретические основы работы робото-технической лаборатории СПбЦД(Ю)ТТ 15

Робототехника и мехатроника 15

История робототехники. Прошлое и будущее 16

Использование промышленных роботов 20

Системы, как технические основы робототехники 22

Системы питания 23

Фотоэлектрические элементы питания 23

Батареи 24

Гальванические элементы 25

Аккумуляторные батареи 27

Топливные элементы 29

Системы движения и привода 30

Соленоид 30

Шаговые Двигатели 31

Сервомотор 32

Двигатель постоянного тока 33

Редуктор 34

Датчики 37

Датчики освещенности 38

Машинное зрение 41

Позиционирование 42

Энкодер 43

Звуковые и ультразвуковые датчики 45

Датчик касания 45

Датчик изгиба 47

Системы управления 48

Автоматическое управление 48

Дистанционное управление..... 49
Программирование..... 50
Основные термины вакуумной техники..... 53
Генерация вакуума в технике перемещения и сборки..... 53
Режим работы объемных насосов..... 54
Эжекторы..... 55
Распределители..... 57
Вакуумметр с трубкой Бурдона..... 58
Присоски (вакуумные захваты)..... 59
Сильфонная присоска..... 59
Клапаны безопасности вакуума..... 60
Демонстрационные стенды на основе
промышленных компонентов FESTO..... 60
Пневмоавтоматика (пневмосистемы управления)..... 60
Лабораторный контейнер..... 61
Техника монтажа лабораторного контейнера..... 62
Пластиковый пневмошланг..... 63
*3/2 — позиционный распределитель с кнопкой,
нормально закрытый*..... 64
*3/2 — позиционный распределитель с кнопкой,
нормально открытый*..... 64
*5/2 — позиционный распределитель
с поворотным переключателем*..... 65
Прибор для измерения давления..... 65
*3/2 — позиционный распределитель с «ломающимся
рычагом», нормально закрытый*..... 66
5/2 — позиционный распределитель..... 66
5/2 — позиционный импульсный распределитель..... 67
Перекидной клапан..... 67
Клапан двух давлений..... 67
Клапан задержки по времени, нормально закрытый..... 68
Клапан быстрого выхлопа..... 68
Дроссель с обратным клапаном..... 69
Клапан переключения давления..... 69
Цилиндр одностороннего действия..... 70
Цилиндр двустороннего действия..... 70

Блок подготовки воздуха
с распределителем включения/отключения.....71
Клапан регулировки давления с манометром.....72
Распределительный блок.....72

5. Рекомендации по проведению занятий с использованием оборудования робототехнической лаборатории СПбЦД(Ю)ТТ.....73
план-конспект вводного занятия 1 года обучения
по программе «основы инженерного проектирования
робототехнических и мехатронных систем».....73

6. Примерный перечень лабораторных работ.....87

Примеры проведения лабораторных работ в робототехнической лаборатории СПБЦД(Ю)ТТ в рамках реализации программы «основы инженерного проектирования робототехнических и мехатронных систем».....88
Лабораторная работа № 1.
Уменьшение потребления сжатого воздуха в системе.....88
Лабораторная работа № 2. Поддержание вакуума
при использовании нескольких присосок.....91
Лабораторная работа № 3.
Мониторинг частичного вакуума.....96
Практическая работа № 1. «Разработка пневматических
приводов на учебном стенде «FESTO Didactic» 100
Практическая работа № 2. «Сборка пневматических
приводов на учебном стенде «FESTO Didactic» 104

7. Оценка качества усвоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «оновы инженерного проектирования робототехнических и мехатронных систем».....108
Контроль по теме «введение в промышленную
пневмоавтоматику» (год обучения — 1-й).....108

1. Введение

Уважаемые коллеги!

Авторский коллектив СПбЦД(Ю)ТТ предлагает вашему вниманию методическую разработку «Система работы робототехнической лаборатории. Методические рекомендации для специалистов, обучающих детей промышленной робототехнике».

Задача инновационного развития экономики требует опережающего развития детского технического творчества. Рост экономики России сопровождается активным внедрением новых технологий. Современные предприятия все больше внимания уделяют модернизации производства. Наиболее важную роль в этом процессе играет робототехника.

Предмет робототехники охватывает широкий круг технических областей, поэтому подготовку в данной области необходимо начинать с детства, используя разноуровневые программы. В СПбЦД(Ю)ТТ система обучения в робототехнической лаборатории состоит из трех этапов. В теоретическом курсе строится по принципу «от простого к сложному» и подкрепляется практическими занятиями по каждой теме по схеме «от элементов — к системе в целом».

Этапы обучения робототехнике:

1. Введение в робототехнику
2. Основы робототехники
3. Основы проектирования робототехнических и мехатронных систем
4. Технический ВУЗ

Первый этап обучения — введение в робототехнику. Обучение ведется по программе «Основы робототехники «ПервоРобот LEGO We Do», программа рассчитана на 1 год обучения. На этом этапе обучающиеся знакомятся с конструктором ПервоРобот LEGO We Do. Данный конструктор предназначен, в первую очередь, для детей в возрасте 7 – 10 лет. Работая индивидуально, парами или в командах, учащиеся программируют и создают модели, проводят иссле-

дования, составляют отчеты и обсуждают идеи, возникающие во время работы. Модели конструктора ПервоРобот дают представление о работе механических конструкций, о силе, движении и скорости. Данный этап закладывает основы началам информатики — моделированию и конструированию.

Второй этап обучения — основы робототехники. Обучение ведется по 2 программам: «Робототехника» (возраст воспитанников 10–13 лет, программа рассчитана на 3 года обучения) и «Робототехника. Конструируй. Программируй. Исследуй» (возраст обучающихся 10–17 лет, программа рассчитана на 3 года обучения).

На этом этапе обучения дети знакомятся с конструктором LEGO Mindstorms, который на сегодняшний день занимает лидирующие позиции в области робототехники. Программа адаптирована для детей в среде программирования Robolab и ее графического интерфейса. Разнообразие конструкторов LEGO позволяет заниматься с детьми разного возраста и по разным направлениям — конструирование, программирование, исследование, создание проектов и участие в различных соревнованиях и конкурсах. Конструкторы LEGO Mindstorms позволяют решать задачи управления роботами и поэтому требуют более взвешенного и ответственного подхода при обучении.

Содержание и структура курса «Робототехника» направлены на формирование устойчивых представлений о робототехнических устройствах как едином изделии определенного функционального назначения и с определенными техническими характеристиками. Главной целью программы является обучение основам конструирования и программирования, развитие информационной грамотности и культуры, учебно-познавательных и поисково-исследовательских навыков.

Обучаясь по программе «Робототехника. Конструируй. Программируй. Исследуй», дети строят работающие модели живых организмов и механических устройств, программируют их

для выполнения определенных заданий, находят примеры реально существующих и используемых механизмов, решают интересные задачи, выполняют физические и биологические эксперименты, осваивают основы информатики и алгоритмики, компьютерного управления и робототехники. Обучение по данной программе проводится по принципу концентризма. Некоторые разделы программы на каждом году обучения повторяются, но на более высоком уровне сложности.

Результатом второго этапа обучения по данным программам становятся следующие знания и умения.

На первом году обучения дети научатся конструировать, строить механизмы с электроприводом, будут знать основы программирования контроллеров базового набора.

К концу второго года обучения воспитанники изучат пневматику, будут уметь конструировать сложные конструкции механизмов и использовать всевозможные датчики для микроконтроллеров. Дети получат знания в области программирования в графической инженерной среде и познакомятся с программированием виртуальных роботов на языке программирования, схожим с Си.

В конце третьего года обучения, учащиеся овладеют основами теории автоматического управления, узнают интеллектуальные и командные игры роботов, будут уметь строить роботов-андроидов, а также создавать творческие и исследовательские проекты.

Третий этап — обучение детей основам промышленной робототехники. Обучение проводится по программе «Основы инженерного проектирования робототехнических и мехатронных систем» (возраст обучающихся 13 – 17 лет, программа рассчитана на 2 года обучения).

На этом этапе воспитанники знакомятся с основной областью науки и техники, на которую опирается робототехника — с мехатроникой. Данная программа реализуется в рамках теоретического и практического курсов, находящихся в неразрывной связи и проводящихся параллельно.

Теоретический курс предполагает изучение широкого круга задач, начиная от основ робототехники и заканчивая вопросами проектирования реальных промышленных роботов.

Практический курс касается различных аспектов построения РС по схеме «от элементов — к системе в целом», начиная от механической части робота и заканчивая программным обеспечением для управления им.

УМК к программе включает в себя:

1. Курс лекций по робототехнике в виде компьютерных презентаций.
2. Иллюстрации, схемы и чертежи различных РС.
3. Образцы механических и электронных компонентов РС, в том числе компоненты производства концерна FESTO.
4. Лабораторный стенд на базе сварочного промышленного робота компании Nachi.
5. Лабораторный стенд на базе мобильного робота компании LEGO — «LEGO Mindstorm».
6. Различные демонстрационные стенды на основе промышленных компонентов, в том числе пневматические манипуляторы.
7. Демонстрационные версии программного обеспечения для управления роботами, а также листинги программ.
8. Видеоматериалы по темам программы.

На занятиях отрабатываются знания и умения работы на учебных стендах на основе промышленных компонентов FESTO. По окончании обучения по программе учащиеся должны достигнуть следующих результатов:

- Познакомиться с основами специальных знаний в области робототехники, мехатроники и сопутствующих технических дисциплин.
- Освоить на практике выполнение творческих заданий по основам робототехники и мехатроники.
- Приобрести основы знаний в области проектирования сложных технических систем и управления ими.

- Владеть технической терминологией, уметь самостоятельно пользоваться литературой и Интернет ресурсами для получения дополнительной информации по предмету.

Обучение в робототехнической лаборатории СПбЦД(Ю)ТТ способствует развитию у молодых людей творческого подхода к технической деятельности, создает хорошие предпосылки для поступления в вузы. В целом, полученные знания и навыки могут послужить основой для выбранной обучающимися профессии и, несомненно, будут полезны в предстоящей инженерной деятельности.

В «Методические рекомендации…» включена информация о третьем уровне обучения в робототехнической лаборатории, приводится информация об обучении детей основам промышленной робототехники с использованием промышленного оборудования, теоретические основы, необходимые для работы, примеры лабораторных и исследовательских работ для создания промышленных роботов.

2. Аннотация к дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе для детей «основы инженерного проектирования робототехнических и мехатронных систем»

Программа является авторской — автор Юров А. В., педагог дополнительного образования СПбЦД(Ю)ТТ. Программа реализуется в рамках работы отдела научно-технического творчества СПбЦД(Ю)ТТ. Продолжительность обучения — 2 года. Возрастной состав обучающихся — 13-17 лет.

Актуальность программы обусловлена необходимостью подготовки инженерных кадров нового поколения. Программа вовлекает обучающихся в использование технологий XXI века, способствует формированию и развитию инженерного мышления, развивает навыки взаимодействия, самостоятельности при принятии решений, раскрывает их творческий потенциал.

Целью программы является формирование компетенций учащихся в области разработки, создания и использования робототехнических и мехатронных систем.

Задачи программы

Образовательные:

- Изучение основ принципов инженерного проектирования в применении к РС.
- Изучение принципов работы автоматических/автоматизированных систем.
- Изучение механических компонентов, исполнительных приводов, датчиков, управляющей электроники и систем управления роботами.

- Изучение основ программного обеспечения для управления роботами и ознакомление со специализированными языками программирования.
- Изучение основ принципов работы интегрированного управления различных типов.
- Овладение основами практических навыков проектирования, создания и управления РС.
- Рассмотрение вопросов применения РС в различных областях человеческой деятельности.
- Приобретение опыта самостоятельных решений.
- Овладение приемами реализации технических проектов.

Развивающие:
- Развитие внимания, памяти, логического мышления.
- Развитие творческого потенциала личности.
- Развитие инженерного мышления.
- Развитие личностного и профессионального самоопределения учащихся.

Воспитательные:
- Воспитание любви к Родине.
- Формирование активной гражданской позиции.
- Приобщение обучающихся к общечеловеческим ценностям.
- Формирование основ здорового образа жизни.
- Воспитание личной ответственности за порученное дело и чувства гордости за его выполнение.
- Умение работать в команде.
- Мотивация на достижение коллективных целей.
- Формирование умения отстаивать свою позицию.

Ожидаемый результат

По окончании обучения по программе воспитанники достигают следующих результатов:
- знакомство с основами специальных знаний в области робототехники, мехатроники и сопутствующих технических дисциплин

- освоение на практике выполнение творческих заданий по основам робототехники и мехатроники
- приобретение основ знаний в области проектирования сложных технических систем и управления ими
- владение технической терминологией, умение самостоятельно пользоваться литературой и Интернет ресурсами для получения дополнительной информации по предмету
- умение работать в команде

Особенности организации обучения

- Программа «Основы инженерного проектирования робототехнических и мехатронных систем» реализуется в рамках теоретического и практического курсов, находящихся в неразрывной связи и проводящихся параллельно.
- Теоретический курс предполагает изучение широкого круга задач по схеме «от простого — к сложному», начиная от основ робототехники, заканчивая вопросами проектирования реальных промышленных роботов. Для проведения теоретических занятий используется современное дидактическое обеспечение и презентационное оборудование, в полной мере обеспечивающее наглядность и ясность излагаемого материала.
- Практический курс касается различных аспектов построения РС по схеме «от элементов — к системе в целом», начиная от механической части робота, заканчивая программным обеспечением для управления им. В ходе практических занятий используется лабораторное оборудование на базе различных робототехнических компонентов, образцов реальных промышленных и мобильных роботов.
- Большое внимание в программе уделяется изучению вопросов проектирования РС и последующего их применения, что позволяет выпускникам эффективно использовать полученные теоретические и практические знания и умения в процессе получения высшего образования и последующей профессиональной деятельности.

- Программа имеет практико-ориентированный характер, так как большее количество времени отведено на освоение приемов и способов творческой и технической деятельности.
- Творческое развитие обучающихся обеспечивается использованием в процессе обучения большого количества творческих экспериментальных задач.
- В основе программы использованы методические материалы кафедры К-4 прикладной механики, автоматики и управления БГТУ “Военмех”, учебные материалы Международного научно-образовательного центра “БГТУ — ФЕСТО”, материалы для повышения квалификации специалистов компании ФЕСТО, методические материалы программ детского активного отдыха “Adventure Game.Ltd”.
- В программе уделяется внимание воспитанию патриотизма, активной жизненной позиции, здорового образа жизни на примерах достижений отечественной науки и техники, через знакомство с профессионалами в области мехатроники, спортсменами и воспитание на личном примере педагога.

3. Теоретические основы работы робототехнической лаборатории СПбЦД(Ю)ТТ

Робототехника и мехатроника

При изучении разделов программы «Основы инженерного проектирования робототехнических и мехатронных систем» воспитанники знакомятся с понятием «МЕХАТРОНИКА», с историей робототехники, областями использования промышленных роботов.

Мехатроника представляет собой область научно-технического знания и инженерной деятельности, которая базируется на знаниях в области механики, электроники, автоматики в целях совершенствования существующего и создания нового поколения техники и технологий. Мехатроника — это:

- наука о компьютерном управлении в технических системах;
- область техники, связанная с разработкой, созданием и использованием технических систем, содержащих механические, электронные и компьютерные компоненты, объединенные информационным процессом для достижения цели управления;
- научно-техническая дисциплина, изучающая общие закономерности, принципы, методы и средства компьютерного управления в технических системах на основе современных компьютерных технологий.

Частью мехатроники является робототехника, считающаяся прикладной наукой. Робототехника занимается разработкой автоматизированных технических систем, является важнейшей технической основой интенсификации производстваи опирается на такие дисциплины, как электроника, механика, информатика. Основным продуктом робототехники является робот.

Робот — автоматическое устройство с антропоморфным действием, которое частично или полностью заменяет человека при выполнении каких-либо работ. В 1985 году Шимон Я. Ноф

предложил добавить к трем законам робототехники Айзека Азимова еще три закона использования роботов, определяющие принципы отношения людей к роботам и образующие вместе с ними «Кодекс робототехники»:

1. Роботы должны заменять людей на опасных работах (и этим оправдываются все затраты).
2. Роботы должны заменять людей на работах, которые люди не хотят делать (и этим оправдываются все затраты).
3. Роботы должны заменять людей на работах, которые они могут выполнять с меньшими затратами (на первых порах это лишит многих привычных преимуществ, но в конечном итоге все затраты оправдываются).

История робототехники. Прошлое и будущее

Роботы за работой

Первым в мире настоящим роботом, выполняющим не демонстрационные, а серьезные промышленные задачи, стал Unimate, сконструированный Джорджем Деволом. В 1961 году робот стал использоваться на сборочной линии General Motors В Нью-Джерси. Внешне Unimate напоминал железный ящик с закрепленным на нем манипулятором. Задачей устройства было заменить людей в выполнении опасных работ, в частности, переноски горячих отливок автодеталей на линию сборки.

Роботы в медицине

В конце XX века медицина стала одним из главных векторов внедрения роботов. В 1985 году была представлена первая система — PUMA 650 для использования в нейрохирургии. В настоящее время существуют роботы-хирурги, роботы-симуляторы пациентов, экзоскелеты и роботизированные протезы, роботы-помощники, нанороботы и другие специализированные медицинские роботы.

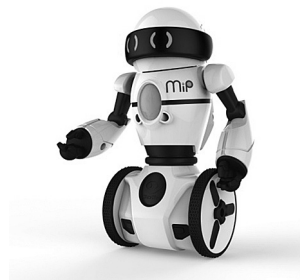
Боевые роботы

Боевые роботы применяются для обеспечения безопасности человека и ведения боевых действий. Их применяют в опасной или неестественной для человека окружающей среде. Наибольший толчок в развитии боевых роботизированных систем дала холодная война. В 1948 году был создан беспилотный летательный аппарат Firebee, который в США используется до сих пор в самых разных ипостасях — от самолета-мишени до ударного беспилотника. С тех пор в военной области появилось множество новых разработок.

Роботы — помощники

Немало роботов существует и для облегчения работ по дому. Существуют роботы-пылесосы, роботы-уборщики, роботизированные газонокосилки. Но уборкой возможности бытовых роботов не ограничены. К своего рода бытовым можно отнести можно отнести появившихся в 2005 году первых человекообразных роботов Вакамару, способных узнавать лица, понимать некоторые фразы и давать справки.

Роботы — игрушки



Игровая индустрия также не прошла мимо роботов. В наши дни на прилавках игрушечных магазинов множество самых разных роботов. Это и собаки, и динозавры, и другие существа, в том числе человекоподобные. Но самым известным «игрушечным» роботом до сих пор считается говорящий робот Furby, созданный в 1998 году.

Роботы в космосе

Космороботы — это роботы, приспособленные работать в космическом пространстве. Преимущество космических роботов перед человеком заключается в том, что они могут работать в крайне неблагоприятных условиях и обходиться без каких-либо ресурсов, так как в большинстве случаев они работают на солнечных батареях. Также гораздо легче будет пережить потерю такого робота, чем гибель астронавта. Обычно, задача косморобота заключается в проведении какой-нибудь научной работы (например, собрать образцы грунта, просканировать их и отправить собранные данные учёным на Землю).

Планетоход — это космический аппарат, предназначенный для передвижения по поверхности другой планеты или небесного тела. Некоторые планетоходы были сконструированы для перемещения членов экипажа космической экспедиции; другие были исследовательскими аппаратами — дистанционно управляемыми роботами.

Планетоходы доставляются на поверхность исследуемого небесного тела при помощи посадочных модулей, которые могут являться как самостоятельными космическими аппаратами, так и отделяемыми спускаемыми аппаратами.

Использование промышленных роботов

В настоящее время, промышленные роботы применяются практически в любых отраслях промышленности. В развитых странах уже выросло целое поколению людей, которое не видело производства без использования промышленных роботов. Необходимо отметить самые значимые события, которые повлияли на развитие промышленной робототехники и роботизированных технологий в мире.

1959 — Разработка первого промышленного робота Unimation

1961 — Компания Unimation внедрила первый робот

1962 — Установлен первый цилиндрический робот

1967 — Установлен первый промышленный робот в Европе

1968 — Создан первый промышленный робот — рука

1969 — Внедрен первый робот для автоматизации точечной сварки в США

1969 — Создание первого образца технического зрения для робота

1969 — Появление первых покрасочных роботов в мире

1969 — Unimation начинает освоение рынка Японии

1970 — Hitachi (Япония) создало интеллектуальное техническое зрение

1971 — Установлена первая роботизированная линия на заводе Daimler Benz

1971 — Основание Японской ассоциации промышленных роботов JIRA (Позже JARA)

1973 — Создан первый шестиосевой промышленный робот в мире

1973 — Разработка нового типа робота Stanford arm

1974 — Появление первого промышленного контроллера для управления роботом

1974 — Первый робот для дуговой сварки был внедрен в Японии

1974 — Впервые был применен цифровой микропроцессор в контроллере робота

1975 — Создан первый промышленный робот грузоподъемностью до 60 кг

1976 — Впервые робот в космосе

1978 — Создан первый промышленный робот Reis

1978 — Первые универсальные сборочные роботы PUMA от Unimation и Vicarm

1978 — Разработка первых роботов SCARA

1979 — Создан первый робот с использованием редукторов

1980 — PAR System, США представила первый робот портального типа

1981 — Производство первых роботов Puma в Европе

1982 — IBM разрабатывает язык программирования для роботов

1984 — Adept представила первый робот Scara с электроприводом

1985 — KUKA создает новую Z-форму манипулятора

1985 — Впервые роботы начали делать роботов

1992 — ABB представила принципиально новый контроллер S4

1994 — Появление первого контроллера для упрвления одовременно двумя роботами

1996 — KUKA выпустила первый контроллер на базе Windows

1998 — ABB представила первый в мире робот Паук

2003 — Робот отправился на Марс

2003 — Первый робот Аттракцион

2004 — Motoman представил первый контроллер управляющий до 38 осей

2006 — KUKA представила первый облегченный робот

2006 — Создание человекоподобного промышленного робот

2007 — Первый промышленный робот грузоподъемностью 1000 кг

2008 — Первый промышленный робот грузоподъемностью 1200 кг

2009 — Motoman создал контроллер способный синхронно управлять до 8 роботов

2011 — Первый робот-гуманоид в космосе

2013 — В России запущен первый специализированный портал посвященный промышленным роботам

Системы, как технические основы робототехники

Для успешного освоения программы «Основы инженерного проектирования робототехнических и мехатронных систем» воспитанники изучают:

- Системы Питания (фотоэлектрические элементы,, батареи, гальванические элементы, угольно-цинковые элементы, щелоч-

но-марганцевые элементы, литиевые элементы, аккумуляторные батареи, NiCd аккумуляторы, кислотные аккумуляторы, гелиевые элементы, топливные элементы)

- Системы движения и привода (соленоид, шаговые двигатели, сервомотор, двигатель постоянного тока, редуктор)
- Датчики (датчики освещенности, машинное зрение, позиционирование, энкодер, звуковые и ультразвуковые датчики, датчик касания, датчик изгиба)
- Система управления: автоматическое и дистанционное управление
- Учатся программированию

Системы питания

Для обеспечения функционирования роботам необходимо питание — большинство роботов используют для этого электричество. Для обеспечения мобильных роботов автономным питанием служат два источника: электрические батареи и фотоэлектрические элементы. В ближайшем будущем для питания роботов появится третий источник — топливные элементы.

Фотоэлектрические элементы питания

Фотоэлектрические элементы, известные обычно как солнечные элементы, вырабатывают электрическую энергию под действием солнечного света. Стандартные солнечные элементы являются крайне маломощными: при разности потенциалов порядка 0,7 В они дают ток в несколько миллиампер. Для получения приемлемого уровня мощности элементы соединяют вместе в солнечные панели (батареи). В робототехнике для обеспечения непосредственного питания роботов используют последовательное и параллельное соединение солнечных элементов. Чтобы обеспечить функционирование робота от солнечных батарей, его размеры должны быть минимальны при сохранении необходи-

мого спектра функций. Соответственно, должны использоваться легкие и высокопрочные материалы и электронные схемы, потребляющие незначительную энергию. Чем меньше вес конструкции и потребление электрической энергии, тем более перспективным представляется использование солнечных батарей. Однако небольшой вес и экономичное энергопотребление являются важными при изготовлении любого робота. Такие легкие, маломощные роботы способны проработать дольше при заданной емкости источника питания, чем их более тяжелые и энергетически «прожорливые» собратья. Солнечные элементы могут служить для робота источником вторичного электропитания, подзаряжая его аккумуляторы. Такой комбинированный источник питания снижает требования к мощности солнечных элементов по сравнению с непосредственным питанием робота от солнечных батарей. Однако в этом случае робот будет активно функционировать только часть времени, а в остальное подзаряжать свои аккумуляторы. Также мы можем использовать солнечные элементы комбинированно: как источники непосредственного и вторичного питания.

Батареи

Батареи, вне всяких сомнений, являются наиболее часто используемыми источниками питания роботов. Батареи настолько привычны, что все находят это само собой разумеющимся. Понимание устройства батарей поможет выбрать оптимальный тип батареи для необходимой конструкции.

Емкость любой батареи, независимо от ее типа, измеряется в ампер-часах, что означает произведение силы тока в амперах или миллиамперах и времени, выраженном в часах, в течение которого батарея способна отдавать данный ток. Данное понятие имеет очень простой физический смысл.

Допустим, емкость батареи составляет 2 Ач. Это означает, что батарея способна поддерживать ток в 2 А в течение 1 часа. Если мы уменьшим силу тока до 1 А, то батарея «проживет» 2 часа. Если уменьшить ток до 500 мА, то время увеличится до 4 ча-

сов соответственно. Таким образом, время «жизни» батареи оказалось обратно пропорционально силе протекающего тока.

Сила тока X время = емкость батареи

2 А x 1 ч = 2 Ач

1 А x 2 ч = 2 Ач

0,5 А x 4 ч = 2 Ач

Не составляет труда написать арифметическое выражение, определяющее период жизни батареи в зависимости от определенной силы тока. Предположим, что робот потребляет 0,35 А (350 мА). Если использовалась батарея, емкость которой — 2 Ач, то просто поделим ее емкость на силу тока (0,35 А) и получим время «жизни» конструкции 5,7 часов. Но батареи максимально полно отдают мощность в прерывистом режиме, что позволяет им химически восстанавливаться в паузах. Постоянная нагрузка эффективно использует батарею только в случае, когда она невелика. В робототехнике, особенно при использовании мощных моторов или иных подобных компонентов, характер нагрузки далек от оптимального. В этом случае приходится применять батареи большей емкости.

В течение срока эксплуатации напряжение батареи изменяется. Если измерить напряжение свежего щелочного элемента типа D (элемент 373), то оно окажется порядка 1,65 В. По мере разряда элемента напряжение падает. Элемент считается «севшим», когда напряжение на нем снизится до 1 В. Напряжение нового никель-кадмиевого элемента батареи составляет около 1,35 В. Хотя начальное напряжение ниже, кривая разряда такого элемента по сравнению с угольно-цинковыми и щелочными элементами является более пологой, удерживаясь на уровне порядка 1,2 В.

Гальванические элементы

Гальванические элементы являются батареями одноразового использования. Здесь рассматривается класс батарей, имеющих напряжение на элементе порядка 1,5 В. Батареи сконструированы таким образом, что после отработки своей емкости они должны

быть утилизированы. При конструировании роботов частая замена «севших» батарей может быть достаточно дорогим удовольствием. Однако преимущество таких батарей в том, что, как правило, они имеют большую удельную электрическую емкость, чем аккумуляторы. При «одноразовом» использовании устройства (например, «бойцы» в войне роботов) применение гальванических батарей может оказаться предпочтительным, т.к. они отдают большую мощность.

Существует несколько типов гальванических батарей. Различие между батареями заключается в типе химических веществ, используемых для производства электричества. Выбор типа батареи основывается на критериях отношения отдаваемой мощности к цене батареи, времени «жизни» батареи, температурному интервалу использования, кривой разряда и максимально отдаваемому току.

Угольно-цинковые элементы. Угольно-цинковые элементы находятся на «нижнем» конце батарейного ряда. С момента их изобретения Жоржем Лекланше в 1868 г. они не претерпели существенных изменений. Угольно-цинковый элемент имеет низкую удельную емкость (порядка 0,05-0,1 Вт-ч на куб.см), не выдерживает больших токов, имеет покатую кривую разряда и «боится» низких температур. Такие элементы достаточно дешевы, но являются морально устаревшими.

Щелочно-марганцевые элементы. Такие элементы в обиходе называются щелочными батарейками. Их удельная емкость выше (0,1-0,15 Вт-ч/куб.см), они имеют улучшенные температурные характеристики, более пологую кривую разряда и умеренную цену.

Литиевые элементы. Литиевые элементы являются на сегодняшний день самыми лучшими. Их удельная емкость составляет 0,5 Вт–ч/куб.см, они имеют отличные температурные характеристики как для высоких, так и для низких температур, очень долго сохраняют заряд (порядка 15 лет) а также имеют малый вес. Недостатком является достаточно высокая цена такого элемента.

Аккумуляторные батареи

Аккумуляторные батареи обладают свойством перезарядки. Наиболее широко используются кислотные и никель-кадмиевые (NiCd) аккумуляторы.

Одним из недостатков NiCd батарей является достаточно низкое напряжение — 1,2 В на элемент (банку), что ниже обычного напряжения гальванических элементов — 1,5 В. Эффект становится еще более заметным, когда несколько элементов соединены последовательно. Для примера: 6-ти элементная NiCd батарея на «9В» на самом деле может выдать не более 7,2 В. Автомобильные кислотные аккумуляторы малопригодны для использования в робототехнике. Причина в том, что в таких аккумуляторах разряд до «нуля» технологически недопустим. Такие аккумуляторы могут отдавать большой ток в течение короткого времени (запуск автомобиля стартером), и после этого должны быть немедленно подзаряжены. Остаточная электрическая энергия, содержащаяся в аккумуляторе после его полного разряда, называется глубоким разрядом. Существуют кислотные аккумуляторы, выдерживающие глубокий разряд, они используются, например, в комбинированных системах питания на основе солнечных батарей, но цена таких аккумуляторов высока. При конструировании роботов рекомендуется использовать аккумуляторы, выдерживающие циклы глубокого разряда.

Хотя аккумуляторы более дороги, но при длительной эксплуатации их использование приносит существенную экономию. Обычно аккумуляторы допускают от 200 до 1000 циклов «заряд-разряд». Во многих случаях небольшое зарядное устройство может быть встроено в робота, что делает ненужным вынимать аккумуляторы из устройства для зарядки.

NiCd аккумуляторы. Наиболее часто используются герметичные кислотные и NiCd аккумуляторы, причем последние более популярны. Производители утверждают, что NiCd аккумуляторы выдерживают от 200 до 1000 циклов «заряд-разряд», однако

эти батареи быстро выходят из строя, если не соблюдается режим зарядки. Время «жизни» этих батарей лежит в пределах 2–4 лет. Полностью заряженные NiCd аккумуляторы сохраняют заряд 30-60 дней. NiCd аккумуляторы требуют зарядный ток порядка 10% от их электрической емкости. Это означает, что для зарядки NiCd батареи емкостью 1 Ач необходим ток 100 мА (1 А / 10 = 100 мА). Величина зарядного тока обозначается для этого случая «C/10».

NiCd батареи конструктивно требуют постоянного тока зарядки на уровне C/10. В силу неэффективности этого процесса потребное время зарядки для этих батарей составляет 14 часов. Хотя производители утверждают, что не следует опасаться перезаряда батареи при уровне тока C/10, многие инженеры рекомендуют после 14 «штатных» часов зарядки при уровне C/10 переходить к более легкому режиму. Легкий режим определяется из соотношения 1/30 от емкости батареи. Легкий режим для зарядки батареи емкостью 1 Ач составит 33 мА (1 А / 30 = 33,3 мА).

Эффект памяти. Недостатком NiCd батарей является наличие эффекта памяти. Если несколько раз начать перезаряжать батарею до момента ее полного разряда, то этот уровень будет «запомнен». После этого возникнут проблемы с разрядкой батареи ниже этого уровня, что может привести к резкому уменьшению ее емкости. Для устранения этой проблемы к батарее необходимо подключить на несколько часов специальную нагрузку. После того, как батарея будет полностью разряжена, она заряжается обычным способом и восстанавливает свои характеристики.

Кислотные аккумуляторы. Аккумуляторы с электролитом в виде геля (гелевые элементы) аналогичны автомобильным аккумуляторам. Они представляют собой герметичные, необслуживаемые кислотные аккумуляторы. Но таких аккумуляторов популярных размеров D, C, AA, AAA и 9 В «Крона» в продаже

не бывает. Обычно они имеют увеличенные размеры и могут применяться в больших роботах.

Гелиевые элементы имеют широкий диапазон выходных напряжений от 2 до 24 В и большой диапазон токов. Они могут заряжаться постоянным напряжением при условии ограничения тока или постоянным током аналогично NiCd аккумуляторам. Типичное значение зарядного напряжения для каждого гелиевого элемента лежит в пределах 2,3 –2,6 В. Первоначально через батарею протекает значительный ток, который уменьшается в процессе зарядки. Для поддержания батареи в полностью заряженном виде после окончания процесса основной зарядки через нее пропускают небольшой «поддерживающий» ток (примерно C/500). Гелиевые батареи отличаются у различных производителей, поэтому для грамотной зарядки необходимо ознакомиться с соответствующей инструкцией. Простое зарядное устройство общего назначения можно изготовить на базе регулятора напряжения LM317. К элементу прикладывается фиксированное напряжение (2,3 В) при значении постоянного тока C/10. После полной зарядки батареи источник постоянного тока отключается, и подключается регулируемый источник напряжения. Многие гелиевые аккумуляторы плохо «переносят» глубокий разряд. Чтобы не допустить этого, необходимо контролировать напряжение аккумулятора под нагрузкой. Когда напряжение падает ниже рекомендованного изготовителем — батарея нуждается в зарядке.

Топливные элементы

Топливные элементы, как и гальванические батареи, являются электрохимическими устройствами, преобразующими энергию химических реакций в электричество. В гальванических батареях химические реагенты помещены внутрь их. Когда химические реакции прекращаются из-за истощения батареи, она подлежит замене (или в некоторых случаях перезарядке). Топливные элементы используют химические реагенты (то-

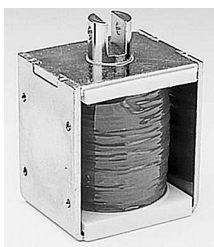
пливо), хранящиеся вне элемента. До тех пор, пока в топливный элемент поступает топливо, он будет (теоретически бесконечно) вырабатывать электрическую энергию. Когда запас топливного элемента истощается, он легко может быть наполнен свежим топливом аналогично современным автомобилям. Робот, питающийся от топливных элементов, может быть быстро приведен в рабочее состояние. Такой тип элементов используется в американских космических аппаратах.

Топливные элементы находят себе многочисленные применения. Практически любые устройства, использующие гальванические элементы и аккумуляторы, могут быть успешно переведены на питание от топливных элементов. В разработке находятся воздушно/алюминиевые топливные элементы, пригодные к использованию в сотовых телефонах, и элементы для «laptop» компьютеров. Топливные элементы работают более продолжительное время и имеют улучшенные характеристики.

Системы движения и привода

В этой главе будут рассмотрены некоторые компоненты систем движения и привода, которые могут быть использованы в конструкциях роботов: шаговые двигатели, двигатели постоянного тока с редукторами, сервомоторы и соленоиды.

Соленоид

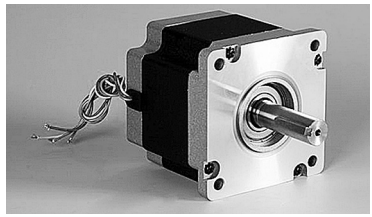


Соленоид

Соленоид представляет собой электромеханическое устройство. Стандартный соленоид имеет обмотку с проводом и внутренний подвижный металлический сердечник. При подаче напряжение магнитное поле обмотки втягивает или выталкивает сердечник. Сердечник может быть механически соединен с частями робота, требующими перемещения.

Кольцевой соленоид отличается от обычного тем, что вместо линейного он производит вращательное движение.

Шаговые Двигатели



Шаговый двигатель

Шаговые двигатели могут использоваться для передвижения, перемещения, управления рулевым механизмом и позиционирования. Такие устройства находят применение в качестве интегрированных компонентов многих коммерческих и промышленных систем, управляемых компьютерами.

В домашних персональных компьютерах шаговые двигатели можно обнаружить в приводах дисководов и в принтерах. Уникальность шаговых двигателей в том, что ими можно управлять с помощью цифровых устройств. Такие двигатели могут осуществлять повороты на точно заданный угол. Это свойство делает шаговые двигатели идеальными для задач линейного и кругового позиционирования. Широкое использование шаговых двигателей в промышленности обуславливает широкий ассортимент моделей по форме, размерам и иным свойствам.

При подаче напряжения на стандартный электрический двигатель его ротор начинает непрерывно вращаться. Скорость и фаза вращения ротора являются функцией напряжения, нагрузки на двигатель и времени. Определение точной фазы (положения) ротора в этом случае невозможно. В отличие от этого, питание шагового двигателя осуществляется серией электрических импульсов, подаваемых на обмотки двигателя. Каждый импульс, поданный на обмотки, поворачивает ротор на строго определенный угол. Такой поворот называется *шагом*, отсюда двигатель получил название *шагового*.

Не существует единой величины шага для шаговых двигателей; выпускаются устройства с различными углами поворота на один шаг (импульс). Номинальная величина такого шага зависит от характера применения двигателя. Величины углов поворота обязательно указаны в спецификации устройства. Можно найти ша-

говые двигатели с углами поворота от долей градуса (например, 0,72°) до десятков градусов (например, 22,5°).

Сервомотор

Сервомотор

Сервомоторы представляют собой двигатели постоянного тока, снабженные редукторами и системой обратной связи контроля положения. В любительских целях подобные моторы используются для контроля положения органов управления в радиоуправляемых моделях. Вал такого мотора может поворачиваться или удерживаться на углах не менее 90 градусов от среднего положения. В силу широкого использования таких устройств в самодельных конструкциях, их выпускаемый ассортимент достаточно разнообразен. Существуют большие сервомоторы, используемые в промышленности.

Сервомотор имеет три вывода. По двум из них подается питающее напряжение от 4 до 6 В. На третий вывод подается сигнал позиционирования. Сигнал позиционирования представляет собой цепочку прямоугольных импульсов длительностью от 1 до 2 мс. Импульс, соответствующий среднему положению будет равен 1,5 мс. Импульсы подаются с частотой порядка 50 в секунду (50 Гц), т.е. время между импульсами составляет порядка 20 мс. Такой «средний» импульс вызовет поворот вала мотора в среднее положение ±45 град. Поворот вала сервомотора ограничен 90 градусами (±45 град. от среднего положения). Импульс длиной 1 мс вызовет поворот вала мотора влево до упора, в то время как импульс в 2 мс вызовет аналогичный поворот вправо. Варьируя длину импульсов в пределах 1 – 2 мс, можно добиться поворота вала двигателя на любой угол внутри указанного интервала.

Может показаться, что генерация подобных импульсов представляет собой достаточно сложную задачу. На самом деле это не так. Для управления сервомотором PIC — микроконтрол-

лер 16F84 использует лишь несколько простых команд. Такой PIC может управлять одновременно восемью сервомоторами. Другим удобным методом управления сервомоторами является использование R/C систем. Альтернативой этому может служить создание собственной схемы управления.

Практическая работа с сервомоторами показала, что поворот вала мотора в крайние допустимые положения требует импульсов длиной менее 1 мс или более 2 мс. Проблема возникает обычно при замене сервомотора. Очень часто замененный мотор имеет несколько другой диапазон импульсов управления. Нужно взять за правило: если диапазон применяемых импульсов выходит из зоны 1 – 2 мс, необходимо проверить сервомотор в крайних положениях на предмет «залипания».

Двигатель постоянного тока

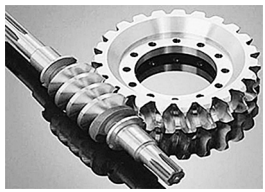
Двигатель постоянного тока

Двигатели постоянного тока для любительского конструирования могут использоваться для движения и перемещения конструкций роботов. Для большинства таких двигателей характерны высокая частота вращения ротора и небольшой крутящий момент. Конструкции роботов, напротив, требуют большого крутящего момента при невысокой частоте вращения.

Для этого могут быть использованы редукторы. Редуктор характеризуется передаточным числом, т.е. отношением скоростей вращения на входе и выходе. Например: двигатель с частотой вращения 8000 об/мин соединен с редуктором, имеющим передаточное число 1000:1. Какова будет скорость на выходе редуктора? 8000 об/мин: 1000=8 об/мин. Соответственно, возрастет крутящий момент. Можно ожидать, что крутящий момент увеличится в той же степени, в которой снизились обороты. Поскольку КПД любого устройства всегда меньше 100%, крутящий момент будет несколько ниже из-за потерь. Некоторые двигатели постоянного

тока конструктивно объединены с редуктором и называются двигателями с редукторной головкой. Необходимо понимать, что термин «двигатель постоянного тока» относится также к двигателям, снабженным редукторами или имеющим редукторную головку.

Редуктор



Червячный редуктор

Прежде всего редукторы классифицируются по типу механических передач. Также редукторы можно классифицировать по типу корпусов, по способу охлаждения, по типам используемых подшипников, по скоростям вращения, передаточному числу; передаваемой, преобразуемой, распределяемой мощности.

Цилиндрические зубчатые передачи отличаются надёжностью и имеют высокий ресурс эксплуатации. Обычно применяются при особо сложных режимах работы для передачи и преобразования больших мощностей. Цилиндрические передачи бывают прямозубыми, косозубыми и шевронными. Прямозубые цилиндрические передачи легко изготавливать, но при их работе возникает высокий шум, они создают вибрацию и из-за этого быстрее изнашиваются. Косозубые цилиндрические передачи обладают хорошей плавностью работы, низким шумом и хорошими эксплуатационными характеристиками. Существенный недостаток — возникают осевые силы, из-за которых приходится делать более жёсткую конструкцию корпуса редуктора. Шевронные цилиндрические передачи обладают крайне высокой плавностью работы. Шестерни этих передач представляют собой сдвоенные косозубые шестерни, но они имеют больший угол зубьев, чем косозубые. Стоимость изготовления шевронных зубчатых колес высокая, они требуют специализированных станков и высокой квалификации рабочих.

Конические зубчатые передачи в отличие от цилиндрических имеют пересекающиеся оси входных и выходных валов.

Применяются если необходимо изменить направление кинетической передачи.

Червячные зубчатые передачи представляют собой механическую передачу от винта, называемого червяком, на зубчатое колесо, называемое червячным колесом. Такие передачи отличаются высоким передаточным отношением, относительно низким КПД. Червяки бывают однозаходные и многозаходные. Передаточное отношение червячного редуктора определяется как отношение количества зубьев на червячном колесе к количеству заходов на червяке.

Цепная передача — это передача механической энергии при помощи гибкого элемента (цепи) за счёт сил зацепления. Может иметь как постоянное, так и переменное передаточное число (напр. Цепной вариатор). Состоит из ведущей и ведомой звездочки и цепи. Цепь состоит из подвижных звеньев. Цепные передачи универсальны, просты и экономичны. По сравнению с зубчатыми передачами они менее чувствительны к неточностям расположения валов, ударным нагрузкам, допускают практически неограниченные межцентровые расстояния, обеспечивают более простую компоновку. В сравнении с ремёнными передачами они характеризуются следующими достоинствами: отсутствие проскальзывания и постоянство среднего передаточного отношения; отсутствие предварительного натяжения и связанных с ним дополнительных нагрузок на валы и подшипники; передача большой мощности как при высоких, так и при низких скоростях; сохранение удовлетворительной работоспособности при высоких и низких температурах; приспособление к любым изменениям конструкции удалением или добавлением звеньев.

Недостатки цепной передачи: неравномерность хода, возрастающая по мере уменьшения числа зубьев звёздочек и увеличения шага звеньев; повышенный шум и износ цепи при неправильном выборе конструкции, небрежном монтаже и плохом уходе; необходимость в смазке и устранении провисания холостой ветви

по мере износа цепи. Цепная передача применяется в сельскохозяйственных машинах, велосипедах, мотоциклах, автомобилях, строительно-дорожных машинах, в нефтяном оборудовании и т. д. Преимущественное распространение имеют открытые цепные передачи, работающие без смазки, или с периодической ручной смазкой, с однорядными втулочно-роликовыми цепями, непосредственно встроенными в машины.

Ременная передача — это передача механической энергии при помощи гибкого элемента (ремня) за счёт сил трения или сил зацепления (зубчатые ремни). Состоит из ведущего и ведомого шкивов и ремня (одного или нескольких). Недостатки (в сравнении с цепной передачей): большие габариты, малая несущая способность, проскальзывание (не относится к зубчатым ремням), малая долговечность. Достоинства (в сравнении с цепной передачей): плавность работы, бесшумность, компенсация перегрузок, отсутствие в необходимости смазки, малая стоимость, легкий монтаж, возможность работы на высоких окружных скоростях, при выходе из строя нет повреждений. Зубчатые ремни включают в себя достоинства как ременных, так и цепных передач.

Винтовая передача — механическая передача, преобразующая вращающее движение в осевое. В общем случае она состоит из винта и гайки. Винтовые передачи делятся: передачи скольжения, передачи качения, шарико-винтовые передачи качения (ШВП), ролико-винтовые передачи качения.

Волновая зубчатая передача- состоит из жесткого неподвижного элемента — зубчатого колеса с внутренними зубьями, неподвижного относительно корпуса передачи; гибкого элемента — тонкостенного упругого зубчатого колеса с наружными зубьями, соединенного с выходным валом; генератора волн — кулачка, эксцентрика или другого механизма, растягивающего гибкий элемент до образования в двух (или более) точках пар зацепления с неподвижным элементом. Число зубьев гибкого колеса несколько меньше числа зубьев неподвижного элемента. Число

волн деформации равно числу выступов на генераторе. В вершинах волн зубья гибкого колеса полностью входят в зацепление с зубьями жёсткого, а во впадинах волн — полностью выходят из зацепления. Линейная скорость волн деформации соответствует скорости вершин выступов на генераторе, то есть в гибком элементе существуют бегущие волны с известной линейной скоростью. Разница чисел зубьев жёсткого и гибкого колёс обычно равна (реже кратна) числу волн деформации. Принцип работы волновой зубчатой передачи: при числе зубьев гибкого колеса 200, неподвижного элемента — 202 и двухволновой передаче (два выступа на генераторе волн) при вращении генератора по часовой стрелке первый зуб гибкого колеса будет входить в первую впадину жёсткого, второй во вторую и т.д. до двухсотого зуба и двухсотой впадины. На следующем обороте первый зуб гибкого колеса войдёт в двести первую впадину, второй — в двести вторую, а третий — в первую впадину жёсткого колеса. Таким образом, за один полный оборот генератора волн гибкое колесо сместится относительно жёсткого на 2 зуба. Преимущества: большое передаточное число, при малом количестве деталей (i = 80..320), улучшенные массо-габаритные характеристики по-сравнению с обычными зубчатыми передачами, высокая кинематическая точность и плавность хода, возможность передачи движения через сплошную стенку. Недостатки: высокая напряженность основных элементов гибкого колеса и генератора волн, пониженная крутильная жесткость.

Датчики

Сенсорика роботов (система чувствительных датчиков) обычно копирует функции органов чувств человека: зрение, слух, обоняние, осязание и вкус. Чувство равновесия и положение тела в пространстве, как функция внутреннего уха, иногда считаются шестым чувством. Функционирование биологических органов чувств базируется на принципе нейронной активности, в то время как чувствительные органы роботов имеют электрическую при-

роду. Возможны возражения, что на самом деле обе эти группы имеют электрическую природу, основанные на указании, что нейронные и электрические цепи имеют общее электрохимическое происхождение. Нейронная сенсорика функционирует иначе, чем просто электрическая. По этой причине для устранения разночтений определим сенсорика робота определяется, как имеющая электрическую природу.

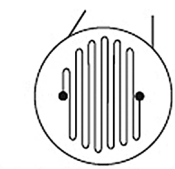
Для полной имитации биологических органов чувств необходимо использование нейронных чувствительных устройств (сенсоров). Примером такого нейронного сенсора является человеческое ухо, работу которого мы рассмотрим. Характеристика человеческого уха нелинейна. Его реакция на звуковой раздражитель носит логарифмический характер. Это означает, что десятикратное повышение уровня звукового сигнала вызывает двукратное повышение субъективного уровня громкости. Тогда как обычный приемник звуковых сигналов, например, микрофон, имеет линейную выходную характеристику. Отсюда десятикратное повышение уровня выходного сигнала, подаваемого на компьютер, микроконтроллер или иную схему, соответствует десятикратному увеличению звукового сигнала. Сенсорные датчики могут обнаружить какие-то внешние сигналы и определить их величину, что выражается в появлении на выходе пропорционального электрического сигнала. Информация, содержащаяся в сигнале, должна быть считана и обработана «интеллектом» робота (например, ЦПУ) или нейронной сетью. Возможно характеризовать искусственные сенсоры по их отношению к природным органам чувств, но обычно классы сенсорных устройств выделяются по типу воздействия, на которое данный сенсор реагирует: свет, звук, тепло и т.д. Типы сенсоров, встроенных в робота, определяются целями и местом его применения.

Датчики освещенности

Существует большое количество различных типов датчиков освещенности: фоторезисторы, фотоэлектрические устройства,

фотодиоды и фототранзисторы. Световые датчики могут использоваться для определения положения и направления движения. Некоторые роботы используют источники ИК излучения и ИК приемники для обхода препятствий и предотвращения ударов о стены. Источник и приемник ИК излучения монтируются в передней части робота и имеют одинаковое направление. При приближении робота к препятствию или стене ИК излучение отражается от их поверхности и детектируется ИК приемником. ЦПУ робота интерпретирует такое увеличение сигнала как препятствие и обводит робота вокруг него. Перед датчиком освещенности могут быть установлены фильтры, выделяющие световые волны определенной длины и поглощающие прочие. Примером таких фильтров могут служить фильтры, установленные на роботах-пожарных и детектирующие наличие открытого пламени. Подбором фильтра можно выделить свет, излучаемый пламенем, и ослабить световые лучи, приходящие от других источников.

Другим примером является использование эмульсионных цветовых фильтров для различения цвета. Можно представить себе робота, собирающего или выбирающего только спелые фрукты на основании цвета их кожуры.



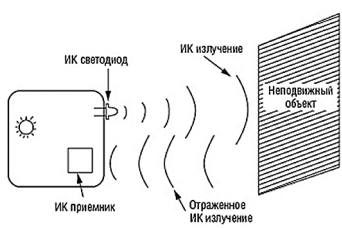
Фоторезистор (CdS-элемент)

Фоторезисторы являются устройствами, реагирующими на видимый свет. Спектр поглощения такого резистора близок к спектру человеческого глаза). CdS — фоторезистор представляет собой полупроводник, но без обычного PN перехода. Наибольшее сопротивление такой фоторезистор имеет в полной темноте. По мере увеличения освещенности его сопротивление уменьшается. Измеряя сопротивление резистора, можно оценить среднюю освещенность в видимом спектре.

Фотоэлектрические устройства. Фотоэлектрические (солнечные) элементы, фотодиоды и фототранзисторы имеют похожую

конструкцию. Все они обладают светочувствительным PN переходом. В солнечных батареях площадь PN перехода велика и используется для вырабатывания электрической энергии пропорционально степени освещенности. Фотодиоды обычно используются в схемах в обратном включении. Световой поток уменьшает запирающий барьер PN перехода, и через диод начинает течь ток. Время срабатывания фотодиодов намного меньше, чем CdS фоторезисторов, поэтому они могут быть использованы для детектирования модулированных световых сигналов. Фототранзисторы представляют собой светочувствительные транзисторы. Их преимущество в сравнении со светодиодами в том, что они способны усиливать поступающий световой сигнал.

Датчики ИК излучения работают в диапазоне низких частот излучения световых волн (900 нм и ниже). Они заслуживают специального рассмотрения, поскольку широко используются в роботах для ориентирования, обхода препятствий и связи.



Принцип работы ИК-датчика

Использование ИК датчиков не представляет никаких трудностей. Их преимущество в том, что они детектируют ИК сигнал, модулированный строго определенной несущей частотой (обычно около 40 кГц). Приемный модуль также изготовлен таким образом, что он «принимает» сигналы только на частоте несущей 40 кГц. Такой способ позволяет создать очень надежный канал связи. Сперва приемный модуль обнаруживает несущую 40 кГц и только после этого «отпирает» устройство для приема сигнала модуляции передатчика ИК излучения, отфильтровывая, таким образом, сигналы других источников. После этого осуществляется детектирование модулированного сигнала с несущей 40 кГц. Как только устройство приближается к препятствию, поток отраженного ИК

излучения возрастает. Соответственно, возрастает напряжение на приемнике ИК излучения, что в какой-то момент перебрасывает компаратор и выдает сигнал, информирующий о наличии препятствия по ходу движения.

ИК передатчики используются многими для создания систем связи и дистанционного управления (ДУ). Для обеспечения нормальной работы необходимы настройка и согласование каждой пары «приемник-передатчик».

Машинное зрение

Моделирование человеческого зрения при помощи машины является сложной задачей. Совершенно недостаточно присоединить видеокамеру к компьютеру и рассчитывать, что такая установка будет «видеть». Нейронные системы и программы ИИ должны считать видеоизображение и подвергнуть его обработке. Сейчас машинное зрение используется в ограниченных и специализированных областях. Прежде чем мы сможем попытаться моделировать человеческое зрение, нам потребуется создать систему стереоскопически размещаемых камер (в дополнение к системе распознавания образов, что само по себе является непростой задачей). Некоторые исследования подобного рода проводятся в Массачусетском технологическом институте, там создан робот-гуманоид COG. С помощью двух стереоскопических камер можно получить два изображения, которые обрабатываются и затем сравниваются для получения трехмерной картины. Этот процесс аналогичен получению трехмерных изображений у человека. Для определения глубины пространства каждая камера должна быть смонтирована на подвижном карданном подвесе, что позволит камерам сводить оптические оси (конвергировать) и фокусироваться на объекте. Для определения расстояния до объекта используется значение величины конвергенции. Проблемы машинного зрения представляют благодатную почву для развития. В настоящее время большинство подобных систем требует мощных компьютеров и решает задачи обработки изображений.

Позиционирование

Позиционирование — положение относительно опорных точек и в пространстве. Простейшее «чувство тела» можно смоделировать в роботе при помощи многочисленных датчиков наклона. Робот сможет «понять», имеет ли он наклон вперед или назад, находится на «животе» или на «спине», вверх ногами или на правом боку. На основе полученной информации о положении тела робот может совершить некоторые действия и изменить свое положение.

Электронный компас. Информацию о направлении можно получить с помощью электронного компаса, использующего магнитное поле Земли. Это позволит роботу двигаться в заданном направлении или получать информацию о направлении перемещения.

Наиболее простым устройством является цифровой компас модели 1490. Компас представляет собой твердотельный датчик Холла. Устройство снабжено четырьмя выводами, соответствующими положению четырех основных сторон света: север, восток, юг и запад. При использовании небольшого логического устройства можно определить восемь направлений. Компас демпфирован таким образом, что его характеристики близки характеристикам компаса с жидкостным наполнением. Для поворота на угол 90 градусов компасу требуется порядка 2,5 с. Демпфирование предотвращает крутильные колебания устройства и эффект дрожания вблизи указываемого направления. Устройство чувствительно к углу наклона. При угле наклона более 12 градусов погрешности измерения превышают допустимые.

На нижней части устройства расположены двенадцать выводов, объединенных в четыре группы по три вывода. Если смотреть на компас сверху, то его выводы в группе обозначены 1, 2 и 3. Вывод 1 соединен с источником питания (5 В), вывод 2 соединен с землей. Выводы 3 каждой группы являются информационными выходами.

GPS. Использование системы глобального позиционирования (GPS) позволит роботу определить свое местонахождение с большой точностью в любом месте Земли. Использование GPS в большинстве случаев не является действительно необходимым, но снижение стоимости подобных систем делает их применение вполне реальным.

Гироскоп — устройство, способное измерять угол связанного с ним тела относительно инерциальной системы координат. Гироскопы разделяются по количеству степеней свободы: 1-, 2-, 3-степенные; по принципу действия: механические гироскопы, оптические гироскопы. По режиму действия гироскопы делятся на датчики угловой скорости, указатели направления. Среди механических гироскопов выделяется роторный гироскоп — быстро вращающееся твердое тело, ось вращения которого способна изменять ориентацию в пространстве. При этом скорость вращения гироскопа значительно превышает скорость поворота оси его вращения. Основное свойство такого гироскопа — способность сохранять в пространстве неизменное направление оси вращения при отсутствии воздействия на неё моментов внешних сил.

Энкодер

Энкодер

Датчик угла или преобразователь угол-код, также называемый энкодер — устройство, предназначенное для преобразования угла поворота вращающегося объекта (вала) в электрические сигналы, позволяющие определить угол его поворота. Энкодеры подразделяются на инкрементальные и абсолютные, которые могут достигать очень высокого разрешения. Энкодеры могут быть как оптические, резисторные, так и магнитные.

Инкрементальные энкодеры предназначены для определения угла поворота вращающихся объектов. Они генерируют последовательный импульсный цифровой код, содержащий информацию относительно угла поворота объекта. Если вал останавливается,

то останавливается и передача импульсов. Основным рабочим параметром датчика является количество импульсов за один оборот. Мгновенную величину угла поворота объекта определяют посредством подсчёта импульсов от старта. Для вычисления угловой скорости объекта процессор в тахометре выполняет дифференцирование количества импульсов во времени, таким образом показывая сразу величину скорости, то есть число оборотов в минуту. Выходной сигнал имеет два канала, в которых идентичные последовательности импульсов сдвинуты на 90° относительно друг друга (парафазные импульсы), что позволяет определять направление вращения. Имеется также цифровой выход нулевой метки, который позволяет всегда рассчитать абсолютное положение вала.

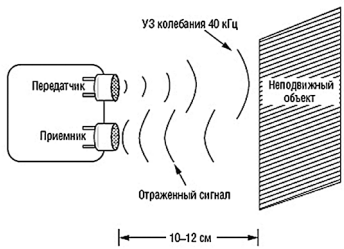
Абсолютные энкодеры, как оптические, так и магнитные, имеют своей основной рабочей характеристикой число шагов, то есть уникальных кодов на оборот и количество таких оборотов, при этом не требуется первичной установки и инициализации датчика. Поэтому абсолютные энкодеры не теряют свою позицию при исчезновении напряжения.

Оптические энкодеры имеют жёстко закреплённый соосно валу стеклянный диск с прецизионной оптической шкалой. При вращении объекта оптопара считывает информацию, а электроника преобразовывает её в последовательность дискретных электрических импульсов. Абсолютные оптические энкодеры — это датчики угла поворота, где каждому положению вала соответствует уникальный цифровой выходной код, который наряду с числом оборотов является основным рабочим параметром датчика. Абсолютные оптические энкодеры, так же как и инкрементальные энкодеры, считывают и фиксируют параметры вращения оптического диска.

Магнитные энкодеры регистрируют прохождение магнитных полюсов вращающегося магнитного элемента непосредственно вблизи чувствительного элемента, преобразуя эти данные в соответствующий цифровой код.

Звуковые и ультразвуковые датчики

Звук может быть использован в играх, определении расстояний, предотвращении столкновений и объезде препятствий. Для игры в «салки» роботы снабжены двухтональным генератором и приемником. Каждый робот может генерировать и принимать сигналы двух тонов. Допустим, тон А составляет 3000 Гц, а тон В — 6000 Гц. Эти тоны издаются при любом столкновении роботов (используются контактные выключатели). Робот, который является «салкой» (водящим), издает звук тона В при любом столкновении «бамперов» с другим роботом. Робот, который является «не водящим», в этом случае издает звук тона А. Напомним, что при столкновении «водящий» робот издает звук В. «Не водящий» робот слышит звук В, переключается и становится «водящим». В свою очередь «водящий» робот слышит звук А и становится «не водящим». При столкновении двух «неводящих» роботов каждый издает звук тона А, поэтому их состояние не меняется. Понятно, что мы использовали звуковые сигналы в качестве примера. С тем же успехом можно использовать системы коммуникации на ИК лучах.



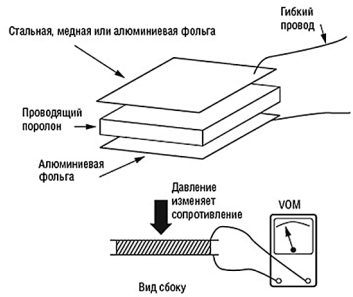
Принцип работы УЗК-датчик

Для определения расстояний и обнаружения препятствий часто используется ультразвук. Многие конструкторы остановились на использовании ультразвуковых модулей компании Polaroid. Подобные модули используются в фотокамерах Polaroid для быстрого определения расстояния до объекта и фокусировки объектива с целью получения четкого изображения. При соединении с интерфейсом микроконтроллера подобные устройства способны измерять расстояния с большой точностью.

Датчик касания

Поразительная точность и верность чувства осязания у человека едва ли может быть достигнута в конструкции робота.

Однако существует несколько типов простых датчиков, которые можно использовать для обнаружения прикосновения и давления. Датчики прикосновения обычно используются в роботах для обнаружения препятствий на пути следования, что позволяет роботу избегать столкновений.



Принцип работы датчика касания

Более совершенные датчики прикосновения и давления используются в конструкциях рук и кистей. Такие датчики позволяют «руке» робота захватывать и удерживать предметы с достаточным усилием без риска их повреждения. Простой датчик прикосновения и давления можно изготовить из электростатического (проводящего) поролона. Подобный поролон используется при упаковке ИС для защиты их от статического электричества. Такой поролон обладает определенной электрической проводимостью, которая изменяется при сжатии. Необходимо использовать неплотный (мягкий) тип поролона, поскольку он имеет пористое строение и обладает достаточной гибкостью. При нажатии поролон сжимается, что приводит к изменению сопротивления между наложенными на него электродами. Проводящие пластины (электроды) могут быть изготовлены из фольгированного материала для печатных плат, алюминиевой фольги.

Пьезоэлектрические датчики. Существует большое количество разнообразных пьезоэлектрических датчиков. Пьезоэлектрические датчики могут регистрировать вибрации, толчки и тепловое излучение. Компания Pennwall производит уникальный продукт, названный пьезоэлектрической пленкой. Она представляет собой пластик, покрытый алюминием таким образом, что он приобретает пьезоэлектрические свойства.

Материал имеет достаточную чувствительность для обнаружения теплового излучения человека, перемещающегося перед поверхностью пленки. Многие коммерческие устройства охранного включения света используют датчики в виде пьезоэлектрической пленки, помещенные за линзой Френеля, для обнаружения присутствия человека по его тепловому излучению. Такие устройства автоматически включают свет при попадании человека в «поле зрения» прибора.

Выключатели мгновенного действия (кнопочные) по типу образуют группы датчиков касания, указателей направления и конечных выключателей. Разнообразие типов подобных выключателей обеспечивает свободу их выбора. Наиболее часто в робототехнике используются выключатели мгновенного действия рычажного и кнопочного типов.

Датчик изгиба

Датчики изгиба представляют собой пассивные элементы резистивного типа, сопротивление которых увеличивается при изгибе или скручивании. Такие датчики обычно используются в специальных перчатках систем виртуальной реальности для определения положения пальцев в перчатке, и могут быть легко приспособлены для нужд робототехники. Такой датчик изгиба может представлять собой род щупальца и предупреждать робота о наличии препятствия.

Подобные устройства напоминают усы у кошки. Кошки используют усы для определения того, является ли проход достаточно широким, чтобы туда можно было пройти. Если усы по обеим сторонам кошачьей мордочки сигнализируют о наличии препятствия, то кошка туда не пойдет. Подобным образом можно использовать датчики давления и в роботах.

Наиболее известными тепловыми датчиками являются термисторы. Это устройство пассивного типа изменяет сопротивление пропорционально температуре. Существуют термисторы, имеющие положительный и отрицательный температурный коэффици-

енты. Температурное излучение также может быть обнаружено с помощью пьезоэлектрических материалов, о чем говорилось выше.

Системы управления

Разделяют 2 основных вида систем управления. Автоматическое управление осуществляется без оператора по предварительно написанной программе с помощью контроллера. Автоматизированное управление осуществляется оператором с помощью пульта управления.

Автоматическое управление

Программируемый логический контроллер (ПЛК) (общепринятое в русском языке название; буквально Программируемой Логики Контроллер от англ. Programmable Logic Controller) или программируемый контроллер — специализированный цифровой компьтер, используемый для автоматизации процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода-вывода сигналов датчиков и исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьёзного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. ПЛК являются устройствами реального времени.

Первые логические контроллеры появились в виде шкафов с набором соединённых между собой реле и контактов. Эта схема задавалась жёстко на этапе проектирования и не могла быть изменена далее.

Программируемые логические контроллеры, как правило, не имеют развитых средств интерфейса, типа клавиатуры и дисплея, устанавливаются в шкафах, их программирование, диагностика и обслуживание производится подключаемыми для этой цели программаторами — специальными устройствами (устаревшая технология) или устройствами на базе PC или ноутбука, со специальным программным обеспечением, а возможно и со специальными интерфейсными платами.

Дистанционное управление

Пульт ДУ (ПДУ, пульт дистанционного (удалённого) управления) — устройство для управления другим устройством на расстоянии. ПДУ применяются для управления системами и механизмами на мобильных объектах (самолёты, космические корабли, суда и т. д.), управления производственными процессами, системами связи, военными объектами.

Для одноканального (с одной функцией, с одной кнопкой) пульта достаточно наличия сигнала, чтобы передать команду. Для пультов с несколькими функциями необходима более сложная система: частотная модуляция несущего сигнала. После демодуляции полученного сигнала применяются соответствующие частотные фильтры для разделения сигналов. Сейчас чаще всего используется цифровая обработка сигналов.

Для считывания кода нажатой кнопки обычно применяется метод активного сканирования линий, но в пультах ДУ бытовой техники использование такого метода требовало бы затрат энергии и батарейки бы быстро садились. Поэтому в них используется метод «одна кнопка — одна линия». При нажатии на кнопку пульта соединяются общая линия и линия этой кнопки, вследствие чего поступающий сигнал «будит» микросхему пульта, она определяет код нажатой кнопки и формирует посылку, содержащую код пульта и код кнопки. Пульты ДУ не имеют обратной связи, это означает что пульт не может определить достиг ли сигнал приёмника или нет. Потому сигнал, соответствующий нажатой кнопке передаётся непрерывно до тех пор пока кнопка не будет отпущена. При отпускании кнопки пульт переходит обратно в выключенное состояние. На приёмной стороне (приемник в роботе) принимаются данные, проверяется код пульта, и, если этот код соответствует заданному, выполняется команда, соответствующая нажатой кнопке. Приёмник может оказаться неспособен принять и обработать посланные ему данные в случае несовместимости с пультом. Для частот от 30 до 50 кГц обычно используются све-

тодиоды с длиной волны 950 нм, а для 455 кГц используются светодиоды с длиной волны 870нм (на эту длину волны и высокую частоту модуляции ориентированы специализированные приёмники TSOP5700 и TSOP7000).

Программирование

Проектирование робототехнических систем при обучении по программе «Основы инженерного проектирования робототехнических и мехатронных систем» требует специальных знаний в области программирования.

Ниже представлена типовая программа для мобильного робота. После включения питания ходовой двигатель отключен, и микроконтроллер начинает искать наиболее яркий источник света, поворачивая сервомотор. Если источник света имеет слишком большую яркость, то включается режим избегания. В режиме избегания ходовой двигатель включается в режим реверса; при этом ведущее колесо поворачивает направо или налево. Если освещенность не достигает уровня режима избегания, то робот поворачивается в направлении источника света и движется вперед. При замыкании датчика столкновений робот предполагает наличие препятствия и переходит в режим избегания. При выключении датчика столкновения (препятствия нет) программа переходит на начало, и процесс поиска и движения к наиболее яркому источнику света продолжается.

Программа написана для компилятора PICBASIC и введена непосредственно в PIC16F84. Без особых изменений программа может быть написана на версии PICBASIC Pro. Программа может быть подстроена под имеющиеся экземпляры CdS датчиков, используемых двигателей и т.п.

```
‘Микроконтроллер 1
start:
High 4: low 4 ‘Мигание светодиода
b7 = 0
button 5,0,255,0,b7,1,avoid ‘Проверка препятствия
pot 7, 255, b0 ‘Считывание датчика CdS 1
pot 6, 255, b1 ‘Считывание датчика CdS 2
if b0 <= 250 then skip ‘Достаточно темно?
If b1 >= 250 then slp ‘Да
skip: ‘Нет
if bo > 25 then skip 2 ‘Слишком много света
if b1 < 25 then avoid ‘Да
skip2: ‘Нет
if bo = b1 then straight ‘Освещенность одинакова, вперед
if bo > b1 then greater ‘Проверить освещенность
if bo < b1 then lesser ‘Проверить освещенность
straight:
high 0: high 1: low 2 ‘Сообщение микроконтроллеру 2
goto start ‘Движение прямо
greater:
b2 = b0 — b1 ‘Проверка разности освещенности
if b2 > 10 then rt ‘Если больше 10, поворот направо
goto straight ‘Если нет, движение прямо
lesser:
b2 = b1 — b0 ‘Проверка разности освещенности
if b2 > 10 then lt ‘Если больше 10, поворот налево
goto straight ‘Если нет, движение прямо
rt: ‘Поворот направо, посылка
high 0: low 1: low 2 ‘Сообщение микроконтроллеру 2
goto start
lt: ‘Поворот налево, посылка
low 0: high 1: low 2 ‘Сообщение микроконтроллеру 2
goto start
```

```
slp: ‘Режим спячки, посылка
low 0: low 1: low 2 ‘Сообщение микроконтроллеру 2
goto start
avoid: ‘Режим избегания, посылка
low 0: low 1: high 2 ‘Сообщение микроконтроллеру 2
goto start
```

4. Учебно-материальная база лаборатории робототехники СПбЦД(Ю)ТТ

Для успешного освоения программы «Основы инженерного проектирования робототехнических и мехатронных систем», работы с пневматическими манипуляторами на демонстрационных стендах на основе промышленных компонентов для создания промышленных роботов необходимо знание основных принципов вакуумной техники.

Основные термины вакуумной техники

Давление — эквивалент нормального усилия, распределенного по поверхности. Официальной единицей давления является Паскаль, сокращенно Па (Pascal или Pa). Разрешается также использовать единицу, которая называется бар (bar).

Вакуум — это состояние газа с плотностью молекул меньшей, чем в атмосфере на поверхности Земли. Состояние газа можно назвать вакуумом, если его давление меньше атмосферного давления.

Идеальный вакуум (в смысле вакуумной техники) — условие, когда плотность молекул газа в данном пространстве равна нулю.

Стандартное состояние — состояние твердого, жидкого или газообразного вещества при стандартных температуре и давлении.

Стандартная температура равна T = 273,15 = 0.

Стандартное давление равно p = 101,325 Па = 1,01325 бар на уровне моря.

Время вакуумирования — время, которое требуется вакуумному устройству для достижения требуемого уровня вакуума.

Генерация вакуума в технике перемещения и сборки

Вакуумные насосы (объемные поршневые насосы) — это механические насосы, которые перемещают газ (например, воздух) с помощью механических элементов, таких как поршень, ротор, лопасть и других, с уплотнениями или без.

В соответствии с режимами работы объемные насосы подразделяются на следующие категории:

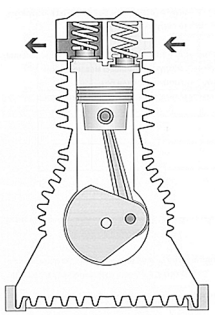
1. Насосы возвратно-поступательного перемещения
   - поршневые насосы
   - мембранные насосы.

2. Насосы вращательного действия
   - насосы с жидким кольцом
   - лопастные насосы
   - осевые насосы
   - шестерные насосы
   - насосы с внешней лопастью
   - насосы Рутса

Режим работы объемных насосов

Объем внутренней рабочей камеры насоса во время работы периодически увеличивается и уменьшается. Если ее через клапаны со стороны всасывания и нагнетания подключить к замкнутому объему (ресиверу) и окружающей атмосфере, газ из этого объема можно удалить, сжать и выбросить в атмосферу. Объем максимально расширенной рабочей камеры называется объемом всасывания.

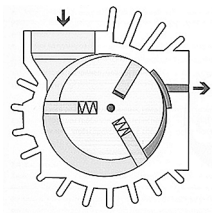
1. Поршневой насос.



Это «основной» среди всех объемных насосов. Его преимущество заключается в простоте конструкции и принципа работы.

Принцип действия: поршень в рабочей камере перемещается вверх и вниз. В результате объем камеры периодически изменяется. Встроенные клапаны соединяют камеру с вакуумной линией во время хода всасывания (поршень идет вниз) или с атмосферой во время хода сжатия/выброса (поршень идет вверх).

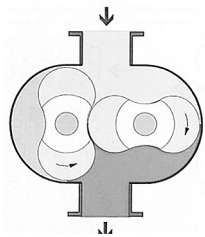
2. Лопастный насос.



Это наиболее часто используемый вакуумный насос, работающий против атмосферного давления. В технике перемещения и сборки (диапазон низкого вакуума) такие насосы используются при значительной потребности в вакууме.

Принцип действия: это поворотный объемный насос с ротором, установленным с эксцентриситетом относительно внутренних стенок статора (корпуса). Две или более лопасти радиально перемещаются в пазах ротора, разделяя серповидную камеру на несколько периодически изменяющихся объемов.

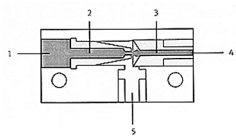
3. Насос Рутса.



Основанные на этой концепции вакуумные насосы являются идеальными для работы без смазки. Благодаря тому, что он работает без трения во всасывающей, такой насос имеет преимущества перед другими в меньшем износе и способностью работать на высоком вакууме.

Принцип действия: это объемный насос с двумя роторами одинакового поперечного сечения обычно в форме восьмерок, которые вращаются внутри корпуса в противоположных направлениях, не касаясь друг друга и стенок. Роторы синхронизированы и подходят друг другу с минимальным зазором. Внутри насоса сжатия нет.

Эжекторы

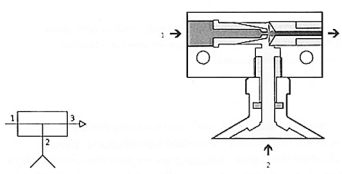


Эжекторы являются альтернативой вакуумным насосам. Они работают в соответствии с принципом Вентури. Сжатый воздух проходит через местное сужение (струйное сопло). В этом месте скорость потока увеличивается до ультразвуковых значений. После сопла воздух расширяется и через приемное

сопло с глушителем вытекает в атмосферу. При этом в камере вокруг струйного сопла образуется разряжение. В результате окружающий воздух втягивается в эжектор через канал вакуума.

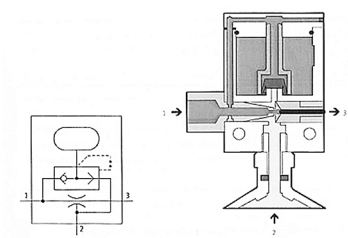
В целом, эжекторы могут достичь отрицательного давления примерно до -0,9 бар. В некоторых случаях, при использовании многоступенчатых эжекторов, можно достичь –0,99 бар, что вполне сравнимо по глубине получаемого вакуума со многими вакуумными насосами.

1. Одноступенчатый эжектор (генератор вакуума).



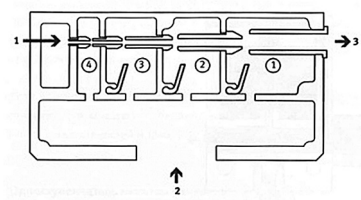
Принцип действия: в этом элементе вакуум получается по принципу эжекции в результате протекания сжатого воздуха из канала 1 в канал 3. Вакуумный захват (присоску) можно непосредственно подключить к каналу 2. Всасывание прекращается, если воздух в канал 1 больше не подается.

2. Одноступенчатый эжектор с импульсом сброса (вакуумный блок)



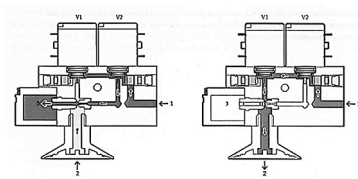
Принцип действия: это устройство работает так же, как обычный вакуумный генератор. Но одновременно с процессом вакуумирования встроенный резервуар наполняется сжатым воздухом. Когда в канал прекращается подача сжатого воздуха, воздух, накопленный в резервуаре, резко, как импульс, выбрасывается в выходной канал (быстрый выхлоп) и гарантированно отделяет переносимый объект от присоски. Размер резервуара можно увеличить с помощью дополнительного внешнего канала. Энергия импульса будет меняться за счет внешнего объема, тем самым можно адаптировать работу устройства под конкретные требования.

3. Многоступенчатый эжектор.



Принцип действия: многоступенчатый эжектор состоит из нескольких одноступенчатых эжекторов, подключенных последовательно. С помощью такого устройства можно получить отрицательное давление до –0,99 бар. Вакуум генерируется внутри эжектора — в канале 2 — за счет подачи сжатого воздуха из канала 1 в канал 3. По мере увеличения отрицательного давления заслонки в камерах с 1 по 3 закрываются одна за другой, пока наибольший возможный вакуум не создастся в камере 4.

4. Эжекторы как функциональные блоки (компактные эжекторы).



Компактные эжекторы объединяют в одном корпусе несколько функций — эжектор, управляющие распределители (обычно с электромагнитным управлением), глушитель, реле вакуума, фильтр, обратный клапан, дроссель и т.п.

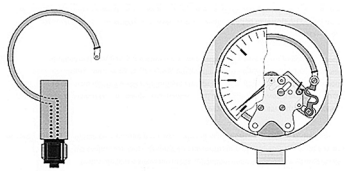
Принцип действия (компактный эжектор с импульсом сброса): после включения распределителя V2 сжатый воздух течет через струйное сопло в приемное сопло и далее через глушитель в канале 3. В результате в канале 2 создается вакуум. Когда распределитель V2 выключается, а распределитель V1 включается, сжатый воздух напрямую поступает в канал 2, формируя там импульс сброса. Это гарантированно отделяет переносимую деталь от присоски.

Распределители

В основном распределители применяются для активации других элементов вакуумной системы. Обычно используются 2/2 или 3/2-распределители. Их условные обозначения стандартизиро-

ваны в соответствии с ISO 1219. Позиции переключения показаны квадратами, а направления прохода воздуха — стрелками. С точки зрения внутренней конструкции различают клапанные, золотниковые и комбинированные распределители, часто реализуемые по принципу «подвешенного диска».

Вакуумметр с трубкой Бурдона



Такой вакуумметр с линейным индикатором служит для измерений в диапазоне низких давлений в обычных производственных условиях.

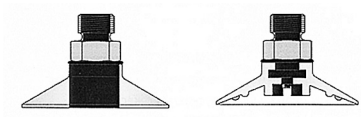
Принцип работы: главным элементом вакуумметра с трубкой Бурдона является металлическая трубка, закрытая с одной стороны и жестко закрепленная на монтажном фланце с другой. Измеряемое давление проходит внутрь трубки, а атмосферное давление вокруг нее служит опорным значением. Если измеряемое давление (вакуум) меньше атмосферного, металлическая трубка изгибается. При более высоком трубка снова распрямляется. Измерительное устройство закреплено на закрытом конце трубки, и его отклонения оцениваются с помощью шкалы. Шкала линейная, и ее можно использовать как для измерения избыточного давления, так и для измерения частичного вакуума (негативные значения).

Вакуумные ресиверы

Вакуумные ресиверы в технике перемещения и сборки используются по различным причинам. Установленные после вакуумного насоса, они часто служат запасом вакуума, понижая время работы насоса за счет регулировки его включения/выключения. Насос создает в ресивере требуемый уровень вакуума, а после этого выключается по сигналу с вакуумного реле; рабочий процесс продолжается до тех пор, пока вакуум в ресивере не упадет ниже определенного значения, когда реле снова включит вакуумный насос.

Часто ресиверы используются для хранения вакуума на низком уровне. В этом случае такие ресиверы должны соответствовать текущим требованиям безопасности.

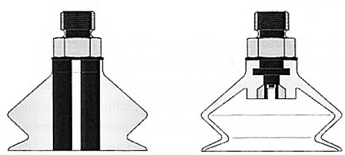
Присоски (вакуумные захваты)



Вакуумные присоски делают возможным перемещение самых разнообразных объектов весом от нескольких граммов до нескольких сотен килограммов. Они выпускаются разных размеров и форм — универсальной, плоской, сильфонной, овальной. Присоски изготавливаются из разных материалов: полиуретана, нитриловой резины, флюороэластомера, силикона.

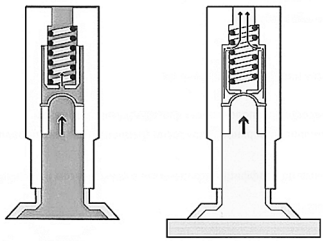
Принцип работы: присоска захватывает объект, поскольку атмосферное давление выше, чем давление внутри полости присоски, плотно прижатой к поверхности объекта. Чем выше уровень вакуума в присоске, тем выше внешнее усилие, действующее на объект на этой площади. Это усилие называют вакуумным усилием или усилием удержания.

Сильфонная присоска



Принцип работы. Такой же, как у плоской присоски. Но сильфонные присоски занимают особое положение. Обычно они имеют 1,5, 2,5 или 3,5 гофра. Они выпускаются с жесткой или пружинной подвеской. Гофры производят телескопический эффект, обеспечивая компенсацию хода и демпфирование. Но следует учитывать их меньшую жесткость под горизонтальной нагрузкой. В результате снижается точность позиционирования. При перемещении объектов с большой поверхностью несколькими присосками возможный наклон объекта нужно устранить за счет правильного расположения присосок.

Клапаны безопасности вакуума



Если несколько присосок работают от одного и того же эжектора, то при плохом контакте одной или нескольких из них с объектом вакуум пропадает. Для предотвращения этого применяют клапаны безопасности вакуума. Они устанавливаются между вакуумным генератором и присоской. Если в процессе вакуумирования присоска не имеет плотного контакта с объектом, клапан безопасности автоматически ее перекроет.

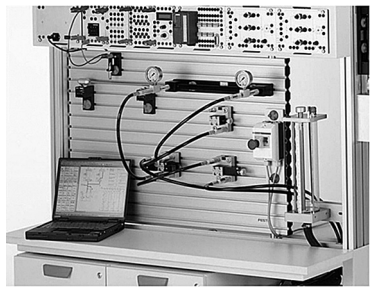
Демонстрационные стенды на основе промышленных компонентов FESTO

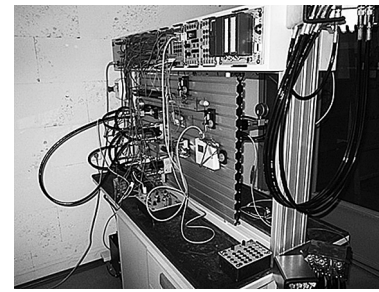
В процессе освоения программы «Основы инженерного проектирования робототехнических и мехатронных систем» предполагается знакомство, изучение, моделирование и разработка моделей конструкций роботов для современного промышленного комплекса (манипуляторы, погрузчики, анализаторы и т.п.). Учебная система демонстрационных стендов разработана и создана исключительно с целью образования и повышения квалификации в области техники автоматизации.

Аппаратное обеспечение состоит из промышленных элементов и систем, адаптированных для использования в учебном процессе.

Пневмоавтоматика (пневмосистемы управления).

Пневмоавтоматика (от греч. pneuma — дуновение, воздух) — комплекс технических средств для построения системы автоматического управления, в которых информация представляется и передается в виде пневмосигналов (перепадов давления или расхода газа, обычно воздуха).

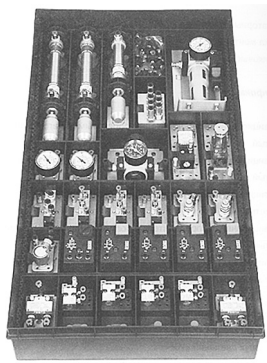




Лабораторный контейнер

В комплект лабораторного комплекта входят:

- 3/2 — позиционный распределитель с кнопкой, нормально закрытый
- 3/2 — позиционный распределитель с кнопкой, нормально открытый
- 5/2 — позиционный распределитель с поворотным переключателем
- Прибор для измерения давления
- 3/2 — позиционный распределитель с «ломающимся рычагом», нормально закрытый
- 5/2 — позиционный распределитель
- 5/2 — позиционный импульсный распределитель
- Перекидной клапан
- Клапан двух давлений
- Клапан задержки по времени, нормально закрытый
- Клапан быстрого выхлопа
- Дроссель с обратным клапаном
- Клапан переключения давления
- Цилиндр одностороннего действия
- Цилиндр двустороннего действия
- Блок подготовки воздуха с распределителем включения/отключения
- Клапан регулировки давления с манометром
- Распределительный блок



Все элементы набора хранятся в лабораторном контейнере, который является одновременно упаковкой для переноски элементов и выдвижным ящиком стола в наборе мебели.

Техника монтажа лабораторного контейнера.

Элементы комплекта закрепляются на монтажной плате ФЕСТО Дидактик. Монтажная плата имеет 14 параллельных Т-образных паза, расположенных на расстоянии 50 мм друг от друга.

Варианты монтажа элементов на плате:

1. Система пазов без вспомогательных средств, зажимной механизм с рычагом и пружиной, возможность перемещения вдоль паза для легких элементов без нагрузок. Элементы крепятся в профильном пазу при помощи салазок суппорта, которые самофиксируются пружиной. При нажатии на голубой рычаг салазки суппорта отодвигаются, и элемент можно установить на доске или снять с нее. Все элементы юстированы под паз и могут передвигаться вдоль него.

2. Система с вращением без вспомогательных средств, гайка с диском-защелкой и Т-образным винтом, возможность вертикальной или горизонтальной установки для элементов среднего веса со средней нагрузкой. Элементы устанавливаются на монтажной доске с помощью Т-образных болтов и голубой гайки. Для закрепления положения служит диск-защелка, имеющий 4

фиксированные позиции через каждые 90 градусов, поэтому элементы можно установить как вдоль, так и поперек пазов. После настройки диска-защелки элемент устанавливается на монтажной доске. При повороте гайки по часовой стрелке Т-образный болт разворачивается в пазу на 90 градусов, а при дальнейшем повороте прижимается к монтажной доске.

3. Система с резьбой со вспомогательными средствами, цилиндрический болт с Т-образной гайкой, возможность вертикальной или горизонтальной установки для элементов, выдерживающих большую нагрузку, а также для редко демонтируемых приборов. Этот вариант используется для элементов, которые испытывают значительную нагрузку, редко снимаются с монтажной доски или редко монтируются на ней. Элементы закрепляются в пазах монтажной доски с помощью винтов с внутренним шестигранником в торце и Т-образных гаек.

Испытанные элементы со штырьками, предназначенные для монтажной перфорированной доски с отверстиями, расположенными с шагом 50 мм, могут устанавливаться на монтажной доске с помощью адаптеров. Каждому штырьку соответствует один пластмассовый адаптер черного цвета. После установки адаптеров в Т-образные пазы с шагом в 50 мм, они фиксируются поворотом на 90 градусов. Штырьки элементов вставляются в отверстия адаптеров.

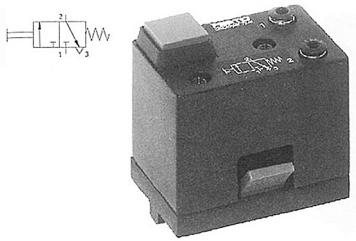
Пластиковый пневмошланг

Полиуритановый шланг является наиболее подвижным элементом, устойчивым к изломам.

Внешний диаметр	4 мм
Внутренний диаметр	2,5 мм
Минимальный радиус изгиба при температуре от –35 до +60 градусов по Цельсию	17 мм

Минимальное рабочее давление при:	
Температуре от –35 до + 30 градусов	1000 кПа (10 bar)
Температуре от + 30 до + 40 градусов	900 кПа (9 bar)
Температуре от –40 до + 60 градусов	700 кПа (7 bar)

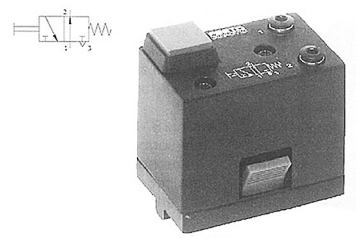
3/2 — позиционный распределитель с кнопкой, нормально закрытый



Конструкция: сдвоенные 3/2-позиционные распределители и штепсельное соединение монтируется в одном корпусе. Крепеж элементов на монтажной доске осуществляется при помощи системы пазов с голубым рычагом (вариант 1).

Распределитель включается нажатием кнопки. При отпускании кнопки пружина возвращает распределитель в исходное положение.

3/2 — позиционный распределитель с кнопкой, нормально открытый



Конструкция: сдвоенные 3/2-позиционные распределители и штепсельное соединение монтируются в одном корпусе. Крепеж элементов на монтажной доске осуществляется при помощи системы пазов с голубым рычагом (вариант 1).

Распределитель включается нажатием кнопки. При отпускании кнопки пружина возвращает распределитель в исходное положение.

5/2 — позиционный распределитель с поворотным переключателем

Конструкция: сдвоенные 3/2-позиционные распределители и штепсельное соединение монтируются в одном корпусе. Крепеж элементов на монтажной доске осуществляется при помощи системы пазов с голубым рычагом (вариант 1).

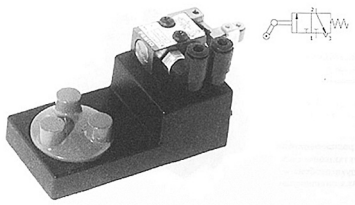
Распределитель функционирует как 5/2-позиционный распределитель. При повороте переключателя распределитель включается. При отпускании переключателя конечно состояние схемы сохраняется. При повороте переключателя в обратную сторону возвратная пружина возвращает распределитель в его исходное положение.

Прибор для измерения давления

Конструкция: манометр закреплен на монтажной доске, оснащенной двумя непосредственно скрепленными друг с другом быстроразъемными соединениями. Крепеж элемента на монтажной доске осуществляется при помощи системы пазов с голубым рычагом (вариант 1).

Прибор для измерения давления показывает уровень давления в пневматической системе управления. При продолжительной работе манометр допустимо нагружать давлением, не превышающим 75% от максимального, а при циклической работе — давлением до 66% от максимального.

3/2 — позиционный распределитель с «ломающимся рычагом», нормально закрытый



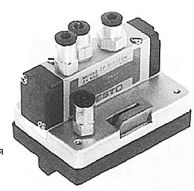
Конструкция: 3/2-позиционный распределитель с «ломающимся рычагом» и угловыми быстроразъемными соединениями закреплен на пластиковом основании. Установка этого элемента на монтажной плите производится при помощи стопорной системы с голубым рычагом (вариант 1).

Распределитель с «ломающимся рычагом» включается, когда кулачок штока цилиндра из определенного положения нажимает на рычаг распределителя. После отпускания рычага распределитель принимает исходное положение при помощи возвратной пружины. При нажатии в обратном направлении рычаг откидывается, распределитель не включается.

5/2 — позиционный распределитель

Символ, используемый в принципиальной и монтажной схемах.

Конструкция распределителя обеспечивает проход сжатого воздуха в обоих направлениях.



Конструкция: 5/2-позиционный импульсный пневмораспределитель с быстроразъемным соединением укреплен на функциональной плате, оснащенной штуцером подвода питания и глушителем. Элемент устанавливается на монтажной доске при помощи стопорной системы с голубым рычагом (вариант 1).

Распределитель включается при подаче на вход 14 (Z) пневматического сигнала, а после снятия сигнала распределитель переходит в исходное положение при помощи возвратной пружины.

5/2 — позиционный импульсный распределитель

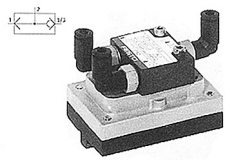
Символ, используемый в принципиальной и монтажной схемах.

Конструкция распределителя обеспечивает проход сжатого воздуха в обоих направлениях.

Конструкция: 5/2-позиционный импульсный пневмораспределитель с быстроразъемным соединением укреплен на функциональной плате, оснащенной штуцером подвода питания и глушителем. Элемент устанавливается на монтажной доске при помощи стопорной системы с голубым рычагом (вариант 1).

Импульсный пневмораспределитель переключается при подаче на входы 14 и 12 взаимообратных пневматических сигналов, а после снятия сигнала положение системы сохраняется до поступления обратного сигнала.

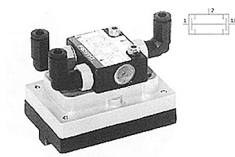
Перекидной клапан



Конструкция: перекидной клапан с угловым быстроразъемным соединением монтируется на функциональной плате. Установка элемента на монтажной плате производится при помощи стопорной системы с голубым рычагом (вариант 1).

Перекидной клапан переключается при подаче сжатого воздуха на один из двух входов 1 или 1/3 на выход 2 (ИЛИ-функция). При подаче сигнала одновременно на два входа на выход проходит тот, который имеет большее значение давления.

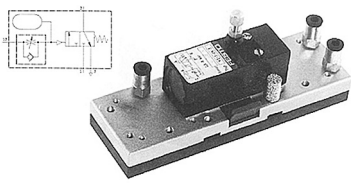
Клапан двух давлений



Конструкция: клапан двух давлений с угловым быстроразъемным соединением монтируется на функциональной плате. Установка элемента на монтажной плате производится при помощи стопорной системы с голубым рычагом (вариант 1).

Клапан двух давлений переключается при подаче сжатого воздуха на оба входа 1 и 1/3 на выход 2 (И-функция). При подаче на оба входа двух различных сигналов на выход проходит тот, который имеет меньшее значение давления.

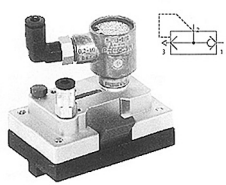
Клапан задержки по времени, нормально закрытый



Конструкция: клапан быстрого выхлопа со встроенным глушителем и угловым быстроразъемным соединением смонтирован на функциональной плате, оснащенной быстроразъемными соединениями. Установка элемента на монтажной плате производится при помощи стопорной системы с голубым рычагом (вариант 1).

Сжатый воздух поступает от входа 1 на вход 2. Если давление на входе 1 падает, сжатый воздух выбрасывается от входа 2 в атмосферу через встроенный глушитель.

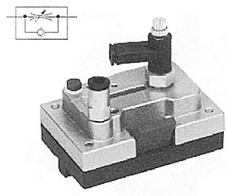
Клапан быстрого выхлопа



Конструкция: клапан быстрого выхлопа с встроенным глушителем и угловым быстроразъемным соединением смонтирован на функциональной плате, оснащенной быстроразъемными соединениями. Установка элемента на монтажной плате производится при помощи стопорной системы с голубым рычагом (вариант 1).

Сжатый воздух поступает от входа 1 на вход 2. Если давление на входе 1 падает, сжатый воздух выбрасывается от входа 2 в атмосферу через встроенный глушитель.

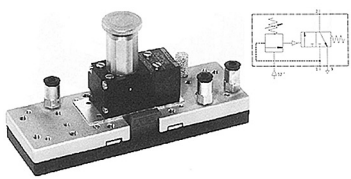
Дроссель с обратным клапаном



Конструкция: регулируемый дроссель с обратным клапаном смонтирован на функциональной плате, оснащенной быстроразъемными соединениями. Установка элемента на монтажной плате производится при помощи стопорной системы с голубым рычагом (вариант 1).

Дроссель с обратным клапаном состоит из комбинации дроссельного клапана и клапана с обратным действием. Клапан с обратным действием блокирует проход сжатого воздуха в одном из направлений, поэтому сжатый воздух устремляется через дроссельный клапан. Поперечное сечение дросселя устанавливается при помощи винта с накаткой. Установка может быть зафиксирована при помощи рифленой гайки. Дроссельное направление обозначено на корпусе двумя стрелками. В обратном направлении сжатый воздух беспрепятственно проходит через клапан обратного действия.

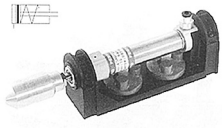
Клапан переключения давления



Конструкция: клапан переключения давления смонтирован на функциональной плате, оснащенной быстроразъемными соединениями. Установка элемента на монтажной плате производится с помощью стопорной системы с голубым рычагом (вариант 1).

Клапан переключения давлений (последовательный клапан) выключается при поступлении на вход 12 сигнала со значения управляющего давления, а после снятия сигнала принимает исходное положение при помощи возвратной пружины. Значение давления плавно настраивается с помощью регулировочного винта.

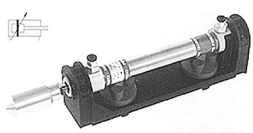
Цилиндр одностороннего действия



Конструкция: цилиндр одностороннего действия с нажимным кулачком и быстроразъемными соединениями установлен на пластиковом кронштейне. Элемент крепится на монтажной плате при помощи вращающейся системы с двумя голубыми барашковыми гайками (вариант 2).

При подключении сжатого воздуха шток цилиндра одностороннего действия перемещается в крайнее переднее положение. При отключении сжатого воздуха возвратная пружина перемещает шток цилиндра в крайнее заднее положение. Поршень цилиндра снабжен перманентным магнитом, поле которого воздействует на датчики положения.

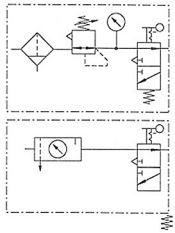
Цилиндр двустороннего действия

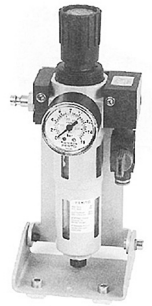


Конструкция: цилиндр двустороннего действия с нажимным кулачком и быстроразъемными соединениями установлен на пластиковом кронштейне. Элемент крепится на монтажной плате при помощи вращающейся системы с двумя голубыми барашковыми гайками (вариант 2).

При попеременной подаче сжатого воздуха к поршневой и штоковой полости шток цилиндра двустороннего действия приходит в движение. Демпфирование в конечных положениях предотвращает удары поршня о крышки корпуса. Демпфирование регулируется с помощью двух настроечных винтов. Поршень цилиндра снабжен перманентным магнитом, поле которого воздействует на датчики положения.

Блок подготовки воздуха
с распределителем включения/отключения





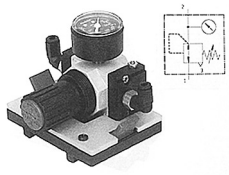
Конструкция: блок подготовки воздуха с манометром, распределителем включения/отключения, быстроразъемными соединениями и штуцерами установлен на поворотном кронштейне. Стакан фильтра снабжен защитным металлическим колпаком. Блок устанавливается на монтажной доске при помощи цилиндрических винтов и Т-образных гаек (вариант 3). Кроме того, прилагается соединительный блок с резьбовой втулкой и накидной гайкой для пластикового шланга PUN 6x1.

Фильтр с влагоотделителем очищает сжатый воздух от пыли, мелких твердых включений, ржавчины и конденсата. Клапан регулировки давления поддерживает установленный уровень рабочего давления и исключает возможность колебания давления. Направление потока воздуха обозначено на корпусе стрелкой. Стакан фильтра оснащен винтом для отвода скопившегося конденсата. Манометр показывает установленное рабочее давление.

Распределитель-включатель/распределитель-блокировщик обеспечивает подачу сжатого воздуха ко всей системе, а также отвод сжатого воздуха от системы. 3/2-позиционный распределитель включается при помощи красного поворотного рычага.

При сборке системы необходимо убедиться в том, что регулятор давления с фильтром находятся в вертикальном положении. Клапан регулировки давления оснащен регулирующей головкой. При повороте устанавливается желаемое значение давления. Нажатием на головку сверху ее фиксируют от несанкционированного поворота.

Клапан регулировки давления с манометром

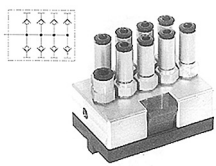


Конструкция: клапан регулировки давления с манометром и угловыми соединениями установлен на универсальной плате. Блок устанавливается на монтажной доске при помощи стопорной системы с голубым рычагом (вариант 1).

Клапан регулировки давления поддерживает установленный уровень рабочего давления и компенсирует перепады давления. Направление потока воздуха указано на корпусе стрелкой. Манометр показывает установленное значение давления.

Клапан регулировки давления оснащен регулирующей головкой. При повороте устанавливается желаемое значение давления. Нажатием на головку сверху ее фиксируют от несанкционированного поворота.

Распределительный блок



Конструкция: распределительный блок (коллектор) с восемью самозапираемыми быстроразъемными соединениями установлен на универсальной плате. Блок устанавливается на монтажной доске при помощи стопорной системы с голубым рычагом (вариант 1).

Распределительный блок обеспечивает подачу сжатого воздуха ко всей системе управления при помощи общего входа через отдельные соединения.

5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ СПбЦД(Ю)ТТ

ПЛАН-КОНСПЕКТ ВВОДНОГО ЗАНЯТИЯ 1 ГОДА ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ «ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ И МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ»

Я приглашаю Вас в свой мир.

Цель занятия: *Создать условия для развития интереса к занятиям в детском объединении «Робототехника и Мехатроника».*

Задачи:

1. Знакомство со сложными понятиями мехатроники через освоение простых.
2. Создание условий для развития внимания, способности анализировать, логически мыслить, как основы технического мышления.
3. Создание условий для формирования активной гражданской позиции на основе личного примера педагога.
4. Знакомство с технологией командообразования «Тимбилдинг» на основе формирования умения согласовывать свои действия, для достижения общего результата.

Оборудование:

1. Компьютер с предустановленной ОС Windows 7, Office 10.
2. Интерактивна доска
3. Проектор
4. Компрессор и ресивер 6 л.
5. Пневматический манипулятор FESTO, компоненты FESTO Didactic.
6. Web-камера на штативе

Дидактический материал для педагога: презентация, план-конспект занятия, элементная база пневматической системы (цилиндр, распределитель — 2 вида)

Дидактический материал для обучающихся: задание для практической работы, защитные очки.

ПЛАН ЗАНЯТИЯ

Вводная часть

- введение в тему, постановка цели, знакомство с педагогом, знакомство с обучающимися
- создание проблемной ситуации по определению возможности создания модели промышленного робота на базе компонентов FESTO Didactic

Основная часть

1. Теория
   - Что такое мехатроника?
   - Из чего состоит МС? Привести примеры
   a. Виды мехатронных систем: автоматические, автоматизированные. Привести пример (обратная связь, примеры от детей)
   b. Пневматическая система
   c. Структура пневматической системы
   d. Пневмоцилиндр
   e. Распределитель. Виды распределителей с механическим управлением
   f. Схема манипулятора

2. Практика:
   a. Деление на команды (по 4 человека)
   b. Знакомство с установкой
   c. Техника безопасности
   d. Задание
   e. Выполнение задания

Заключительная часть

- выводы, обобщение
- подведение итогов
- рефлексия

КОНСПЕКТ ЗАНЯТИЯ

1. **ФИО педагога, название программы**

(На вход детей на занятие звучит музыка из кинофильма «Приключение Электроника»)

Здравствуйте, ребята! Я приглашаю Вас в мир будущего, которое доступно уже сегодня, в мир робототехники и мехатроники.

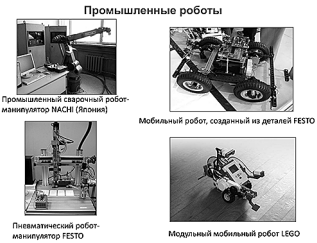
2. **Виды роботов**

Кто в жизни встречался с роботами? (опыт детей)

Возможно, кто-то работал с ЛЕГО?

А кто слышал про соревнования роботов?

3. **Промышленные роботы**



Роботы — это не терминаторы, а машины, которые помогают нам в жизни. Мы будем заниматься промышленными роботами.

И не только их изучать, но и пробовать создавать свои автоматически управляемые системы.

4. **Сложная промышленная мехатронная система**
(Производство — сборка машин)

На слайде сложная мехатронная система. Кто знает, какая? (*ответы*)

Верите ли вы, что сегодня к концу занятия мы сможем наладить работу одной части этой системы? (*слушает быстро ответы*)

Вот это и будет целью нашего занятия.

Таким образом, цель сегодняшнего занятия — разобраться, что же такое мехатронная и робототехническая система, и научиться управлять пневматическим промышленным роботом.

Продолжим нашу работу по принципу **step by step** (*кто перевёл? — шаг за шагом*) будем знакомиться со сложными понятиями через освоение простых.

5. **Фантастическое будущее**

Кто обратил внимание на музыку (песню), под которую вы входили? Узнали? (*! Если да — хвалим за внимание, несмотря на необычность ситуации.)*

В сегодняшнем интенсивном мире надо развивать такие качества, как внимание и память.

Может, кто-то помнит, в каком классе учился Сыроежкин? (*6*)

А вы в каком? (…)

Сегодня у вас уже есть предметы физика, алгебра, геометрия, информатика. Для занятий робототехникой мы будем опираться на школьные знания.Знания этих наук важны, мы и сегодня воспользуемся этими знаниями на занятии.

6. **Информация** (*пишу заголовок*)

А как вам кажется, что будет необходимо в будущем больше всего? (*пытаться быстро услышать 2-3 ответа*)

Подсказка — символ на слайде

На мой взгляд, это умение собирать и обрабатывать информацию.

Это умение важно и сегодня. Почему?

Предсказать будущее трудно, и **вам надо учиться жить в том мире, которого никто еще не знает**.

Надо не бояться незнакомых понятий, а стараться разобраться с ними. Сделать их для себя доступными и понятными.

7. **Слайд о мехатронике**

Что такое мехатроника? Серьёзное трудное понятие. А какое более простое понятие знакомо? (*механика — физика*)

(*педагог — коротко*) **Традиционно мехатронику представляют как единство трех частей** (рис. 1)

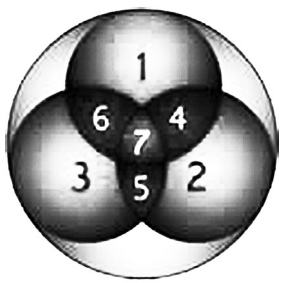


Рис. 1

Мехатроника обобщает в себе частные показатели 3х частей механики:

Интегральный — значит обобщающий, объединяющий какие-то частные показатели.

1 — исполнительная система,

2 — системы управления,

3 — программное управление.

И, следовательно, характеризуется интегральным характером, т. к. **Интегральный — значит обобщающий, объединяющий какие-то частные показатели. Кому не понятно?**

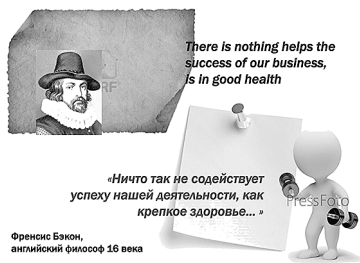
Мы познакомились ещё с одним сложным понятием — **интегральный**.

8. **О мехатронике** (*на слайде делаем акцент на нужной части*)

Программное обеспечение

Алгоритм! Робот действует по алгоритму, по заложенной программе.

9. **Высказывание Бэкона**



Например, всем вам известный алгоритм — это как вы утром встаете — зарядка — умываетесь. ….это и есть ваш алгоритм. А у кого-то действительно в утренний алгоритм включена зарядка.

Знания наук важны, но для будущего, на мой взгляд, достаточно важным компонентом становится здоровье.

There is nothing helps the success of our business, is in good health.

«Ничто так не содействует успеху нашей деятельности, как крепкое здоровье… » Френсис Бэкон, сказал ещё в 16 веке английский философ.

10. **Слайд про экстремальные виды спорта** (*огонь и .т.д.*)

Я всегда занимался спортом. На слайде виды спорта (*перечислить…*)

Может, у кого-то из вас есть уже определённые успехи (*ответы детей…*)

Один из перекрёстков жизни — конец 9 класса. Тогда предложили уехать в Германию и пойти по спортивному направлению на высшем уровне. Отказался.

О чем и сегодня нисколечко не жалею, потому что считаю, что смогу больше сделать на инженерном поприще в России.

11. **О мехатронике** (*на слайде делаем акцент на нужной части*)

Возвращаемся к понятию мехатроника к части:

Исполнительные системы (*раздаёт каждой команде по элементу — образцу FESTO*)

(*Узнаю в диалоге что известно…*)

Движение:
возвратно-поступательные
вращательное.

12. **Примеры систем: пневматических, гидравлических, электроприводных**

По типам энергии:
Пневматика — воздух
Гидравлика — рабочая жидкость
Электропривод

13. **О мехатронике** (*на слайде делаем акцент на нужной части*)

Рассмотрим систему управления

Мехатронные системы бывают:
- автоматические
- автоматизированные.

Как вы думаете, чем отличаются?

14. **Примеры технических устройств с различными системами управления**

Показываются слайды — дети доказывают (предполагают), какой вид (автоматические — автоматизированные)

15. **Слайд «Пневматическая система»**

Мы попробуем создать пневматическую установку.

Из чего состоит пневматическая система?
— компрессор, распределители, пневмоцилиндры.

Что такое распределитель?

Что такое компрессор?

Пневмоцилиндры?

16. **Слайд Пункты инструкции по Технике безопасности**

Что важно при выполнении **практической работы**:

соблюдение техники безопасности (*рассказывает о технике безопасности при работе с установкой)*

17. **Слайд: Умение работать в команде — «Тимбилдинг»**

2) умение работать в команде

В нашем объединении мы будем учиться «Тимбилдингу» — умению **эффективно работать в команде и на занятиях, и на командных выездах**.

Это как?

Умение согласовать действия, слушать друг друга…

18. **Структурная схема подключения распределителя**

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА (*объясняет задание*)

1 этап

Научиться управлять роботом.

1.1. Каждая команда учится управлять своим цилиндром.

Вперёд — назад

Вверх — вниз

Вправо — влево

1.2. Проверка на взаимодействие:

Управление роботом по алгоритму:

Начальное положение: внизу, слева

Алгоритм:

Вверх, вправо, вперёд, вниз, влево, назад.

2 этап

Наладить технологический процесс.

Манипулятор с захватом — штамп (верхний правый угол). На рабочем столе манипулятора, в левом нижнем углу — штемпельная подушка. На рабочем столе манипулятора, в правом нижнем углу — дипломы. Двигая манипулятор со штампом, от штемпельной подушки к дипломам, проштамповать максимальное количество дипломов.

СТАВЯТ ПЕЧАТЬ НА ДИПЛОМЫ

Садятся на свои места.

19. **Слайд «Сложная промышленная мехатронная система»**

Практическая работа

1 этап

- Научиться управлять роботом

2 этап

- Наладить технологический процесс

Что получилось и что не получилось при работе в командах?

Трудно ли было?

Что помогло? Знания, внимание, слаженность работы, умение согласовывать действия

(Верите ли вы что сегодня к концу занятия мы сможем наладить работу одной части этой системы? (*слушает быстро ответы*) — было в начале)

Кто был прав? Нам удалось наладить работу дискретного пневматического портального манипулятора с вакуумной системой захвата, что является частью данной мехатронной системы.

20. **Схема мехатроники. Интегральный. Яблоко**

Автопроизводство

Рис. 1.

Интегральный

А итоги занятия мы подведём с помощью …ЯБЛОКА.

(Кому я кидаю яблоко, тот говорит (ассоциацию с сегодняшним занятием, или новое понятие, которое узнал, или привлёк ли я интерес, как он понял, что такое мехатроника, или что он узнал о мехатронике)

Что общего между яблоком и мехатроникой?

Яблоко мы воспринимаем с помощью органов чувств. Зрительно мы воспринимаем размер, форму и цвет.

Обоняние дает нам информацию о запахе, осязание — об упругости, вялости и т.д. В совокупности создается интегральный образ яблока.

А какой интегральный образ я создал у вас сегодня?

Мехатроники. Пусть теперь яблоко, напоминает вам о нашей встрече и о мехатронике, робототехнике.

За этим направлением — будущее, и вы, новое поколение, освоив эту область знания, сможете сделать себя и нашу страну ВЕЛИКОЙ, страну, которой можно гордиться.

Если будите целеустремлёнными, активными и здоровыми.

(*раздаёт дипломы с печатью*)

6. Примерный перечень лабораторных работ

Целью всех выполняемых лабораторных работ в рамках программы «Основы инженерного проектирования робототехнических и мехатронных систем» является изучение конструкции и принципа работы конкретного манипулятора, как мехатронной системы, освоения программирования робота для выполнения им действий по заданному алгоритму.

- Модель микропроцессорного перепрограммируемого устройства МПЦУ 32-2. Принцип действия, программирование.
- Модель промышленного робота МП-9С (устройство, принцип действия, программирование).
- Уменьшение потребления сжатого воздуха в системе
- Поддержание вакуума при использовании нескольких присосок
- Мониторинг частичного вакуума
- Модель промышленного робота ЦПР-1П.
- Модель промышленного робота МП-11.
- Модель промышленного робота гибкой производственной системы механообработки.
- Модель промышленного робота роботизированного сборочного комплекса с техническим зрением.
- Модель управления ПР МП-11 от Master SCADA
- Сборка пневматических приводов на учебном стенде FESTO Didactic
- Разработка пневматических приводов на учебном стенде FESTO Didactic

При выполнении лабораторных работ обучающиеся совместно с педагогом дают описание исследуемых роботов, алгоритмы управления и соответствующие им управляющие программы, результаты исследования роботов, выводы по результатам исследования.

Примеры проведения лабораторных работ в робототехнической лаборатории СПБЦД(Ю)ТТ в рамках реализации программы «основы инженерного проектирования робототехнических и мехатронных систем»

Лабораторная работа № 1. Уменьшение потребления сжатого воздуха в системе

Цель обучения. Научить создавать вакуумные системы с минимальным потреблением сжатого воздуха, рассчитывать экономию затрат и время амортизации используемого оборудования.

Описание задачи. Шарики для гольфа нужно перемещать из контейнера в гравитационный магазин, откуда они идут на упаковку для розничной продажи.

Задачи для выполнения:

- Описать требования к системе.
- Подобрать нужные элементы.
- Составить список оборудования.
- Дорисовать электрическую и пневматическую принципиальные схемы.
- Собрать систему.

Задание 1. Требования к системе управления.

— Перечислите требования к системе управления.

- *Когда вакуум под присоской достигнет заданного значения, генерация вакуума должна быть остановлена, т.е. в генератор не должен больше подаваться сжатый воздух. Если вакуум под присоской упадет ниже заданного значения, генерация вакуума снова включается до нового достижения заданного уровня.*

Задание 2. Выбор необходимых элементов и определение места их подключения.

— Чтобы экономить затраты сжатого воздуха, питание генератора нужно остановить до тех пор, пока вакуум не упадет ниже заданного предела. Но падение вакуума происходит очень быстро. Как можно увеличить время падения вакуума, пока питание на генератор не подается, и в какой точке нужно контролировать текущий уровень вакуума? Назовите элемент, который препятствует падению вакуума и опишите принцип его действия.

- *Уровень вакуума падает, поскольку атмосферное давление проникает в систему через выхлопной канал эжектора. Для предотвращения этого и поддержания уровня вакуума в вакуумной линии устанавливается обратный клапан. Теперь уровень вакуума будет снижаться только из-за протечек под присоску. Контроль вакуума нужно осуществлять в точке между обратным клапаном и присоской*.

Задание 3. Создание списка оборудования.

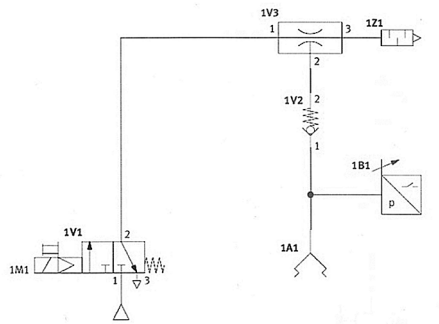
— Подумайте, какие элементы вам нужны для сборки системы и внесите их названия в таблицу.

Кол-во	Название
1	*3/2-распределитель, нормально закрытый*
1	*Генератор вакуума (H)*
1	*Блок экономии воздуха (soft)*
1	*Обратный клапан*
1	*Присоска*
1	*Т-образный тройник*
1	*Реле вакуума*
2	*Блок из 3-х реле*

1	*Блок ввода сигналов*
1	Коллектор
1	Клапан включения/сброса и фильтр-регулятор
1	Источник сжатого воздуха

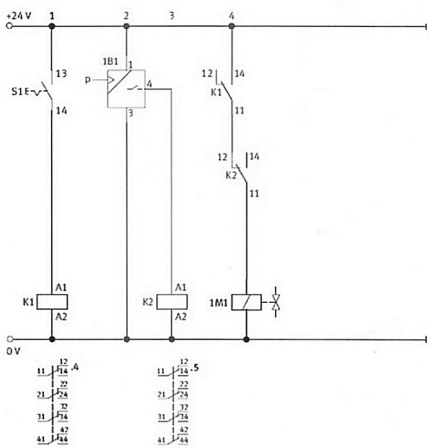
Задание 4. Создание принципиальной пневматической схемы.

— Дорисуйте принципиальную пневматическую схему.



Задание 5. Создание принципиальной электрической схемы.

— Дорисуйте принципиальную электрическую схему.



Лабораторная работа № 2. Поддержание вакуума при использовании нескольких присосок

Цель обучения. Познакомить обучающихся с методами поддержания вакуума при использовании нескольких присосок, когда одна из них теряет герметичность; научить брать вакуумными захватами объекты без плоских поверхностей.

Описание задачи. Объект нужно взять с помощью двух присосок. Возможна ситуация, когда только одна из них прижимается к объекту, а другая — нет. Например, потому что они не находятся в одной горизонтальной плоскости. Вследствие чего и в первой присоске невозможно поддерживать вакуум.

Параметры. Обе присоски подключены к одному генератору вакуума. Будет использована сильфонная присоска.

Задачи для выполнения:
- Указать требования к вакуумной системе.
- Определить точку, в которой будет контролироваться вакуум.
- Решить, какие элементы нужно использовать и описать их функции.
- Нарисовать пневматическую принципиальную схему.
- Собрать схему установки и проверить, отвечает ли она всем требованиям.

Задание 1. Выбор нужных элементов

— Когда две или более присосок получают вакуум из одного источника, и одна из них может плотно не прижаться к объекту, происходит потеря вакуума и, следовательно, потеря усилия удержания.

— Что можно предпринять в описанном выше случае?
- *Нужно обнаружить внутри присоски отклонение от используемого уровня вакуума, после чего перекрыть линию подачи*

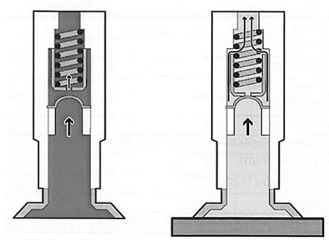
вакуума в эту присоску, чтобы остальные присоски не теряли вакуум.

— Как можно выполнить в системе эти требования? Объяснить причины своего выбора.

- *Потерю вакуума можно обнаружить прямо в присоске. В других точках системы можно уловить только снижение вакуума, но не точное место — в какой присоске причина.*

Задание 2. Выбор элементов.

— Назовите показанные ниже элементы и опишите принцип их действия.



- *Требуется элемент, называемый клапаном безопасности вакуума.*
- *Клапаны безопасности вакуума устанавливаются между вакуумным генератором и присоской. Если в процессе вакуумирования присоска не имеет плотного контакта с объектом, клапан безопасности автоматически ее перекроет.*
- *Как только присоска снова плотно прижмется к поверхности объекта, вакуум в ней восстановится. Отход объекта от присоски заставляет клапан безопасности вакуума немедленно закрыться почти полностью.*
- *Если присоска открыта окружающей среде, поплавок безопасности вакуума поднят вверх. В этом положении воздух может проходить только через небольшое отверстие в днище поплавка, в результате чего его расход небольшой. Когда присоска прижата к объекту, расход воздуха уменьшается, и пру-*

жина отжимает поплавок вниз. Воздух обтекает поплавок вокруг, и внутри присоски за счет увеличения расхода генерируется полный вакуум.

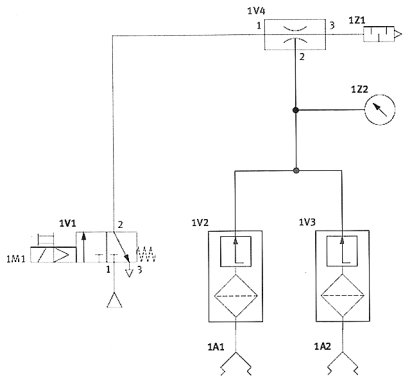
Задание 3. Создание списка оборудования.

— Какие элементы понадобятся для сборки системы? Внесите их названия в таблицу.

Кол-во	Название
2	*Присоска сильфонная*
1	*Y-образный тройник*
1	*T-образный тройник*
1	*Вакуумметр (реле вакуума)*
1	*Генератор вакуума типа L*
1	*Генератор вакуума типа H*
1	3/2-распределитель, нормально закрытый (из TP 201)
1	Блок из 3-х реле (из TP 201)
1	Коллектор (из TP 201)
1	Блок ввода сигналов (из TP 201)
1	Клапан включения/сброса и фильтр-регулятор (из TP 201)
1	Источник сжатого воздуха

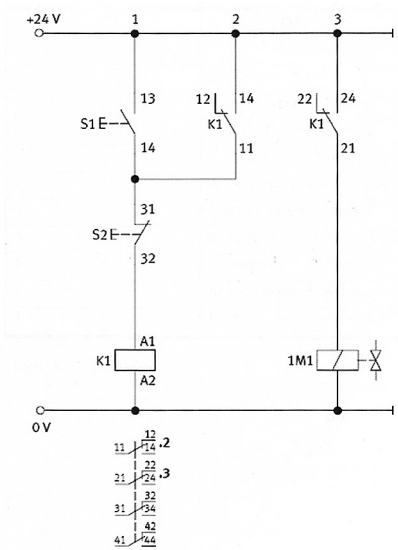
Задание 4. Создание принципиальной пневматической схемы.

— Дорисуйте принципиальную пневматическую схему.



Задание 5. Электрическая принципиальная схема.

— Соберите электрическую часть системы на основе списка оборудования и представленной ниже принципиальной схемы.



Задание 6. Проверка работы системы.

— Соберите систему и проверьте ее работу в соответствии с требованиями. Измерьте уровень вакуума в присосках для разных случаев. Все результаты занесите в таблицу, на основе полученных результатов подведите итоги.

Примечание. Во время эксперимента поддерживайте постоянное давление питания в системе (6 бар). Проведите измерения с клапаном безопасности вакуума и без него.

1. Генератор вакуума включен, ни одна из присосок не прижата к заготовке.

Тип генератора вакуума	Глубина полученного вакуума без клапана безопасности (бар)	Глубина полученного вакуума с клапаном безопасности (бар)
Тип H	0	– 0,42
Тип L	0	- 0,32

2. Генератор вакуума включен, одна из присосок прижата к заготовке.

Тип генератора вакуума	Глубина полученного вакуума без клапана безопасности (бар)	Глубина полученного вакуума с клапаном безопасности (бар)
Тип H	0	- 0,56
Тип L	0	- 0,36

3. Генератор вакуума включен, обе присоски прижаты к заготовке.

Тип генератора вакуума	Глубина полученного вакуума без клапана безопасности (бар)	Глубина полученного вакуума с клапаном безопасности (бар)
Тип H	- 0,78	- 0,78
Тип L	- 0,42	- 0,42

Выводы.

- *При использовании клапана безопасности вакуума достаточный вакуум (примерно 65% от номинала) генерируется даже в случае, когда одна из присосок не прижата к объекту. Если клапан безопасности не используется, то при потере контакта одной из присосок вакуум не генерируется.*

Задание 7. Преимущества клапана безопасности вакуума.

— Какие преимущества предоставляет этот клапан? Где их можно использовать?

- *Когда объект теряет контакт с одной из присосок, это не приводит к полной потере вакуума в других присосках, подключенных к тому же генератору. Если одна из присосок не работает, остальные теряют только незначительную часть вакуума.*
- *С такими клапанами можно гарантированно захватывать объекты с неровной или ступенчатой поверхностью, когда одна из присосок может к ней не прижиматься.*

Лабораторная работа № 3. Мониторинг частичного вакуума

Цель обучения. Научить контролировать частичный вакуум с помощью реле вакуума, проводить такой тип мониторинга при различных условиях.

Описание задачи. Манипулятор должен перемещать заготовки с ленточного конвейера на рольганг. Нужно исключить возможности падения заготовки во время переноса из-за недостаточного уровня вакуума. Манипулятор должен начинать перемещение только после генерации достаточного уровня вакуума. Поэтому уровень вакуума нужно контролировать, и делать это нужно автоматически. После достижения достаточного уровня вакуума сигнальная лампа дает разрешение на старт манипулятора.

Параметры. Следует соблюсти следующие условия: использовать генератор вакуума типа H, минимум одна присоска должна захватить объект при вакууме (например, >-0,5 бар). Все присоски должны захватить объект при вакууме (например, >-0,6 бар).

Задачи для выполнения:

- Создать условия для мониторинга частичного вакуума.
- Ответить на вопросы, касающиеся режима работы и настройки реле вакуума.
- Достать необходимые элементы оборудования.
- Собрать вакуумную систему.
- Проверить работу системы.

Задание 1. Условия для мониторинга частичного вакуума.

— Подумайте, какие условия нужно выполнить, чтобы контролировать заданный уровень вакуума. Запишите ваши условия.

- *Нужно знать, какого уровня вакуума будет достаточно для надежного удержания заготовки. Нужно использовать настраиваемое реле вакуума.*

Задание 2. Вопросы по реле вакуума.

— Опишите принцип работы реле вакуума, входящего в комплект оборудования.

- *Это реле вакуума является переключателем. На его выходе сигнал появляется, когда давление на входе достигает определенного значения. Диапазон регулировки от 0 до -1 бар. Настройка давления переключения ведется непрерывно во всем диапазоне.*

Укажите назначение контактов реле вакуума.

Обозначение контакта	Функция
1	*Питание +*
3	*Питание –*
4	*Выход*

— Соединительные провода и реле датчиков имеют цветовую кодировку. Занесите в таблицу сокращенные обозначения цвета проводов.

Провод	Аббревиатура цвета
Рабочее напряжение +	*BN (RD) = коричневый (красный)*
Рабочее напряжение –	*BU = голубой*
Выход сигнала	*BK = черный*

Примечание. Независимо от функции переключения (нормально замкнутый контакт или нормально разомкнутый) цвет провода выхода всегда черный.

— Реле нужно настроить на определенное значение переключения. Опишите, как это делается.

- *Чтобы настроить реле вакуума, сначала нужно генерировать заданный уровень вакуума. Это делается настройкой давления питания генератора. Как только на входе реле будет заданный уровень вакуума, нужно нажать кнопку EDIT и держать ее, пока не начнет мигать встроенный светодиод. После отпускания кнопки реле сохранит поданное на него значение вакуума как значение переключения.*

Задание 3. Создание списка оборудования.

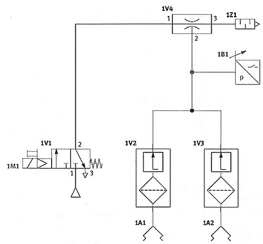
— Подумайте, какие элементы вам нужны для сборки системы, и внесите их названия в таблицу.

Кол-во	**Название**
1	*3/2-распределитель Присоска сильфонная*
1	*Генератор вакуума*
2	*Клапан безопасности вакуума*
1	*Y-образный тройник*
1	*T-образный тройник*
2	*Присоска*
1	*Реле вакуума*
2	*Блок из трех реле (из TP 201)*

1	*Блок ввода сигналов (из ТР 201)*
1	Коллектор (из ТР 201)
1	Клапан включения/сброса и фильтр-регулятор (из ТР 201)
1	Источник сжатого воздуха

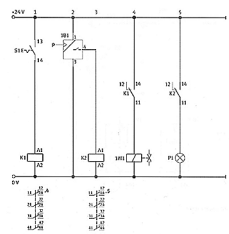
Задание 4. Создание принципиальной пневматической схемы.

— Дорисуйте принципиальную пневматическую схему.



Задание 5. Создание принципиальной электрической схемы.

— Дорисуйте принципиальную электрическую схему.



Задание 6. Отладка системы и описание режима ее работы.

— Соберите систему на стенде и проверьте ее работу в соответствии с заданными условиями. Опишите работу системы и способ проверки правильности ее функционирования.

- *При нажатии на кнопку S1 распределитель 1V1 включается и подает сжатый воздух на генератор 1V4, который начинает генерировать вакуум.*

- *Когда вакуум достигает заданного значения, срабатывает реле вакуума 1B1 и загорается сигнальная лампа.*
- *Для проверки правильности настройки реле в вакуумной линии установлен вакуумметр. В момент переключения реле показания вакуумметра считываются с заданным значением вакуума.*

Практическая работа № 1. «Разработка пневматических приводов на учебном стенде «FESTO Didactic»

Цель обучения: научить принципам работы автоматических / автоматизированных систем; научить использовать в инженерном проектировании механические компоненты, исполнительные приводы, датчики и системы управления роботами; научить основным принципам инженерного проектирования в применении к робототехническим системам; овладеть основами практических навыков проектирования, создания и управления робототехническими системами.

Описание задачи: необходимо разработать схему пневматического привода, отвечающего требованиям поставленной задачи.

Параметры: использование комплекта оборудования дидактического стенда «FESTO Didactic»

Задачи для выполнения:

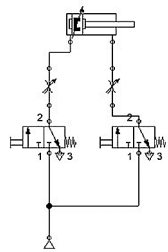
- Составить (начертить) пневматическую схему привода, соблюдая правила использования принятых условных обозначений.
- Выбрать компоненты для сборки схемы пневматического привода из имеющегося комплекта оборудования дидактического стенда «FESTO Didactic»
- Собрать схему пневматического привода, отвечающего требованиям поставленной задачи, на дидактическом стенде «FESTO Didactic».

Задание 1.

Условие: поршень цилиндра медленно выдвигается из исходного положения при нажатии на кнопку, быстро задвигается после нажатия на другую кнопку.

1. Составьте (начертить) пневматическую схему привода, соблюдая правила использования принятых условных обозначений с учётом имеющихся условий.
2. Выберите компоненты для сборки схемы пневматического привода из имеющегося комплекта оборудования дидактического стенда «FESTO Didactic»
3. Соберите схему пневматического привода, отвечающего требованиям поставленной задачи, на дидактическом стенде «FESTO Didactic».

Решение:



Выбор компонентов:

- Компрессор.
- Цилиндр двустороннего действия.
- Распределитель 3/2 нормально закрытый с механическим типом управления (2 шт).
- Дроссель (2 шт).

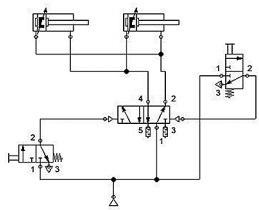
Задание 2.

Условие: Поршень первого цилиндра выдвигается из исходного положения при нажатии на кнопку, воздействует на концевой выключатель и задвигается. Одновременно с задвижением поршня первого цилиндра выдвигается поршень второго цилиндра и тоже задвигается.

1. Составьте (начертить) пневматическую схему привода, соблюдая правила использования принятых условных обозначений с учётом имеющихся условий.

2. Выберите компоненты для сборки схемы пневматического привода из имеющегося комплекта оборудования дидактического стенда «FESTO Didactic»
3. Соберите схему пневматического привода, отвечающего требованиям поставленной задачи, на дидактическом стенде «FESTO Didactic».

Решение:



Выбор компонентов:

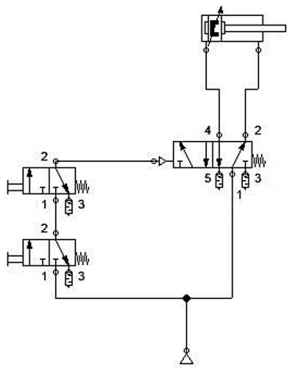
- Компрессор.
- Цилиндр двустороннего действия (2 шт).
- Распределитель 3/2 нормально закрытый с механическим типом управления.
- Распределитель 5/2 с двусторонним пневматическим управлением.
- Концевой выключатель.

Задание 3.

Условие: Шток цилиндра должен выдвигаться при нажатии одной или одновременно двух кнопок. При отпускании обеих кнопок шток цилиндра должен занять свое исходное положение.

1. Составьте (начертить) пневматическую схему привода, соблюдая правила использования принятых условных обозначений с учётом имеющихся условий.
2. Выберите компоненты для сборки схемы пневматического привода из имеющегося комплекта оборудования дидактического стенда «FESTO Didactic»
3. Соберите схему пневматического привода, отвечающего требованиям поставленной задачи, на дидактическом стенде «FESTO Didactic».

Решение:



Выбор компонентов:

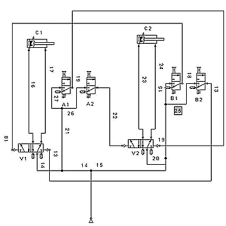
- Компрессор.
- Цилиндр двустороннего действия.
- Распределитель 3/2 нормально закрытый с механическим типом управления (2 шт).
- Распределитель 5/2 с двусторонним пневматическим управлением.

Задание 4.

Условие: Поршень цилиндра выдвигается из исходного положения при нажатии на кнопку, после этого выдвигается поршень второго цилиндра, после чего задвигается поршень первого цилиндра, потом — второго цилиндра.

1. Составьте (начертить) пневматическую схему привода, соблюдая правила использования принятых условных обозначений с учётом имеющихся условий.
2. Выберите компоненты для сборки схемы пневматического привода из имеющегося комплекта оборудования дидактического стенда «FESTO Didactic»
3. Соберите схему пневматического привода, отвечающего требованиям поставленной задачи, на дидактическом стенде «FESTO Didactic».

Решение:



Выбор компонентов:

- Компрессор
- Цилиндр двустороннего действия (2 шт)
- Концевой выключатель (4 шт).
- Распределитель 5/2 нормально закрытый с пневматическим типом управления (2 шт).

Параметры оценки:

Каждое правильно выполненное задание оценивается в 1 балл.

Критерии оценки:

Уровень	Результативность (баллы)	Результативность (%)
Высокий	5-6	71% — 100%
Средний	3-4	50% — 70%
Низкий	0-2	0% — 49%

Практическая работа № 2. «Сборка пневматических приводов на учебном стенде «FESTO Didactic»

Цель обучения: научить принципам работы автоматических / автоматизированных систем; научить использовать в инженерном проектировании механические компоненты, исполнительные приводы, датчики и системы управления роботами; научить основным принципам инженерного проектирования в применении к робототехническим системам; овладеть основами практических навыков проектирования, создания и управления робототехническими системами.

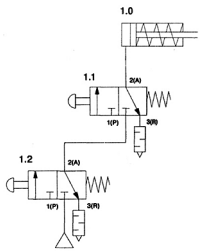
Описание задачи: необходимо собрать на учебном стенде «FESTO Didactic» схему пневматического привода, согласно представленной схеме, доказав её функциональность.

Параметры: использование комплекта оборудования дидактического стенда «FESTO Didactic»

Задачи для выполнения:

1. Выбрать компоненты для сборки схемы пневматического привода из имеющегося комплекта оборудования дидактического стенда «FESTO Didactic»
2. Собрать схему пневматического привода, отвечающего требованиям поставленной задачи, на дидактическом стенде «FESTO Didactic».
3. Доказать функциональность собранной схемы, пояснив принцип работы системы.

Задание 1.



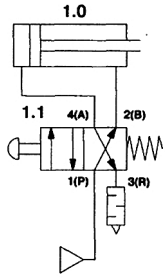
Соберите пневматический привод на учебном стенде «FESTO Didactic» согласно представленной схеме, доказав её функциональность.

Решение:

Пневматический цилиндр одностороннего действия 1.0 подключен через вход 2(А) к распределителю 1.1 с механическим управлением 3 входами/выходами и 2 положениями. Распределитель 1.1 подключен через вход 1(Р) к распределителю 1.2 с механическим управлением 3 входами/выходами и 2 положениями. Распределитель 1.2 подключен к компрессору (источнику сжатого воздуха). Пневмоцилиндр выдвинется только при одновременном нажатии и удержании кнопки на распределителей 1.1 и 1.2. Если одна из кнопок (любая) будет отпущена, цилиндр вернется в первоначальное положение.

Данная схема применяется для управления пневмоцилиндром двумя руками. Данная схема исключает попадание в рабочую зону цилиндра рук оператора. Применяется для управления прессами, клампами заготовок в автомобильном кластере.

Задание 2

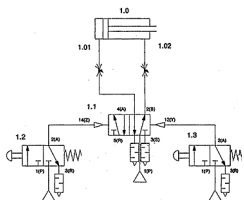


Соберите пневмопривод на учебном стенде FESTO Didactic согласно представленной схеме, доказав её функциональность.

Решение:

Пневматический цилиндр двустороннего действия 1.0 подключен через вход 2(В) и 4(А) к распределителю 1.1 с механическим управлением 4 входами/выходами и 2 положениями (4/2). Данный распределитель подключен к источнику сжатого воздуха через вход 1(Р). Данная схема управления является типовой для автоматизированного производства.

Задание 3.



Соберите пневмопривод на учебном стенде FESTO Didactic согласно представленной схеме, доказав её функциональность.

Решение:

Пневматический цилиндр двустороннего действия 1.0 подключен через вход 2(B) и 4(A) к распределителю 1.1 с пневматическим управлением 5 входами/выходами и 2 положениями (5/2). Распределитель 1.1 подключен к источнику сжатого воздуха. В качестве системы управления используются распределители 1.1 и 1.3 с механическим управлением 3 входами/выходами и 2 положениями, которые подключены к каналам 14(z) и12(y) распределителя 1.1 соответственно.). Пневмоцилиндр выдвинется только при одновременном нажатии и удержании кнопки на распределителей 1.2 и 1.3. Если одна из кнопок (любая) будет отпущена, цилиндр вернется в первоначальное положение.

Данная схема применяется для управления силовым пневмоцилиндром двумя руками. Данная схема исключает попадание в рабочую зону цилиндра рук оператора. Данная схема удовлетворяет требованиям по безопасности при управлении силовыми пневмоцилиндрами или исполнительными системами с высоким давлением/расходом Применяется для управления прессами на штамповочном производстве.

Параметры оценки:

Каждое правильно выполненное задание оценивается в 1 балл.

Критерии оценки:

Уровень	**Результативность (баллы)**	**Результативность (%)**
Высокий	3	71% – 100%
Средний	2	50% – 70%

Низкий	0 – 1	0% – 49%

7. Оценка качества усвоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «оновы инженерного проектирования робототехнических и мехатронных систем»

Контроль по теме «введение в промышленную пневмоавтоматику» (год обучения — 1-й)

Цель обучения: проверить теоретические знания принципов функционирования пневматических систем; научить использовать в инженерном проектировании механические компоненты, исполнительные приводы, датчики и системы управления роботами; понятия «промышленная робототехника», «мехатроника».

Необходимо ответить на вопросы заданий, затрагивающих тему «Введение в промышленную пневмоавтоматику» (отвечая на вопросы теста, необходимо выбрать только один правильный ответ. В вопросах открытого типа необходимо наиболее полно выразить свою мысль).

Задания:

1. Согласны ли вы с утверждением:

Механическая система — это любой заданный порядок действий, который устанавливается заранее и предусматривает строго определенную процедуру поведения, не допускающую никаких отклонений.

☐ Согласен ☐ Не согласен

2. Дайте определение (своими словами) для понятия «автоматизированная система»:

_____

_____

3. Согласны ли вы с утверждением:
Механика — раздел физики, наука, изучающая движение тел и взаимодействие между ними.

☐ Согласен ☐ Не согласен

4. Дайте определение (своими словами) для понятия «автоматическая система»:

_____
_____
_____

5. Согласны ли вы с утверждением:
Мехатроника — это область науки и техники, основанная на объединении точной механики с электронными, электротехническими и компьютерными компонентами, обеспечивающими производство систем с интеллектуальным управлением.

☐ Согласен ☐ Не согласен

6. Согласны ли вы с утверждением:
Пневматика — раздел физики, изучающий движение газов, а также посвящённый механизмам и устройствам, использующим давление газа для своей работы.

☐ Согласен ☐ Не согласен

7. Перечислите сферы промышленного применения пневматических систем (минимум 4 сферы):

_____
_____
_____

8. Согласны ли вы с утверждением:
Для полноценного функционирования пневматической системы, она обязательно должна вручную управляться оператором.

☐ Согласен ☐ Не согласен

9. Согласны ли вы с утверждением:
Автоматическую систему можно назвать «роботом».

☐ Согласен ☐ Не согласен

10. В соответствии с техникой безопасности, какое рабочее давление допустимо на учебном стенде:

☐ 4 атм ☐ 6 атм ☐ 8 атм ☐ Не знаю

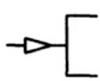
11. Перечислите основные исполнительные элементы, которые могут быть использованы при составлении схемы пневмопривода:

_____
_____
_____

12. Что такое манометр:

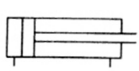
☐ Прибор, измеряющий силу тока
☐ Регулятор на пути движения жидкости или газа
☐ Прибор, измеряющий давление жидкости или газа ☐ Не знаю

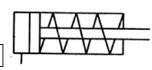
13. Какой тип управления имеет на схеме пневмопривода следующее условное обозначение:



☐ Механический тип управления
☐ Пневматический тип управления
☐ Электрический тип управления ☐ Не знаю

14. Как на схеме пневмопривода обозначается цилиндр двустороннего действия:

☐  ☐

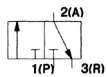
☐  ☐ Не знаю

15. Что необходимо в первую очередь проверить, приступая к работе с электросхемой на стенде?

☐ Наличие всех необходимых для работы элементов, из которых будет собрана схема на стенде

☐ Отключен ли стенд от питания электросети ☐ Не знаю

16. Какой элемент имеет на схеме пневмопривода следующее условное обозначение:



☐ Концевой выключатель
☐ 3/2 — распределитель нормально открытый
☐ 3/2 — распределитель нормально закрытый ☐ Не знаю

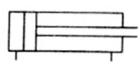
17. Как на схеме обозначается электрический тип управления:

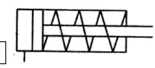
☐ ☐ ☐ ☐ Не знаю

18. Что такое дроссель (в пневматике):

☐ Прибор, измеряющий силу тока ☐ Регулятор на пути движения газа
☐ Прибор, измеряющий давление газа ☐ Не знаю

19. Как на схеме пневмопривода обозначается цилиндр одностороннего действия:

☐  ☐

☐  ☐ Не знаю

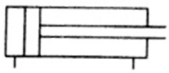
20. Как следует работать на стенде в процессе сборки электросхемы?

☐ Одной рукой ☐ «Заземлив» себя подручными средствами
☐ Не знаю

21. Какой тип управления имеет на схеме пневмопривода следующее условное обозначение:

☐ Механический тип управления
☐ Пневматический тип управления
☐ Электрический тип управления ☐ Не знаю

22. Какой исполнительный элемент имеет на схеме пневмопривода следующее условное обозначение:



☐Цилиндр двустороннего действия
☐Цилиндр одностороннего действия
☐Не знаю

23. Какой элемент на схеме пневмопривода следующее условное обозначение:

☐Компрессор
☐Глушитель
☐Не знаю

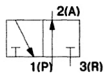
24. В какой момент возможно подключение стенда к питанию от электросети для проверки правильности сборки схемы?

☐На любом этапе сборке схемы
☐После завершения сборки схемы и проверки её соответствия схеме, составленной на бумаге
☐Не знаю

25. Как на схеме обозначается механический тип управления:

☐ ☐ ☐ ☐ Не знаю

26. Какой элемент имеет на схеме пневмопривода следующее условное обозначение:



☐3/2 — распределитель нормально закрытый
☐3/2 — распределитель нормально открытый
☐Концевой выключатель ☐ Не знаю

27. Какой исполнительный элемент имеет на схеме пневмопривода следующее условное обозначение:

☐Монометр
☐Пневмомотор
☐Не знаю

28. Какой тип управления имеет на схеме пневмопривода следующее условное обозначение:

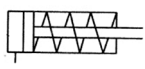
☐Механический тип управления
☐Пневматический тип управления
☐Электрический тип управления ☐Не знаю

29. Кто допускается до сборки электросхемы на стенде?
☐Любой желающий
☐Лицо, прошедшее инструктаж по технике безопасности (ТБ)
☐Не знаю

30. Допускается ли использование перчаток при работе с пневматической системой, оснащенной открытыми подвижными элементами?

☐Да ☐Нет ☐Не знаю

31. Какой исполнительный элемент имеет на схеме пневмопривода следующее условное обозначение:

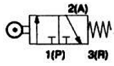


☐Цилиндр двустороннего действия
☐Цилиндр одностороннего действия
☐Не знаю

32. Как на схеме обозначается пневматический тип управления:

☐ ☐ ☐ ☐ Не знаю

33. Какой элемент имеет на схеме пневмопривода следующее условное обозначение:



☐3/2 — распределитель нормально открытый
☐Концевой выключатель
☐3/2 — распределитель нормально закрытый ☐Не знаю

34. Допускается ли исправление схемы на стенде, подключенном к электросети?
☐Да ☐Нет ☐Не знаю

35. Допускается ли работа на стенде, подключенном к электросети, сразу двумя руками или одной рукой, при этом касаясь токопроводящей поверхности?

☐Да ☐Нет ☐Не знаю

36. Какой элемент на схеме пневмопривода следующее условное обозначение:

☐Компрессор
☐Дроссель
☐Не знаю

37. Какой элемент на схеме пневмопривода следующее условное обозначение:

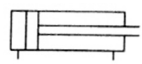
☐Компрессор
☐Дроссель
☐Не знаю

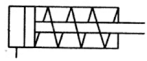
38. Допускается ли проверка подключения стенда к электросети с помощью подручных средств, пальцев, языка и т.д.?

☐Да ☐Нет ☐Не знаю

Результат (ключи к тесту):

Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	Согласен	20	Одной рукой
2	Система, функционирующая с участием оператора (человека)	21	Механический тип управления
3	Согласен	22	Цилиндр двустороннего действия
4	Система, функционирующая без участия оператора (человека)	23	Глушитель

5	Согласен	24	После завершения сборки схемы и проверки её соответствия схеме, составленной на бумаге
6	Согласен	25	
7	Автостроение, металлургия, самолетостроение, деревообрабатывающее производство и т.д.	26	3/2 — распределитель нормально открытый
8	Не согласен	27	Пневмомотор
9	Согласен	28	Электрический тип управления
10	4 атм	29	Лицо, прошедшее инструктаж по технике безопасности (ТБ)
11	Цилиндр одностороннего действия, цилиндр двустороннего действия, пневмомотор	30	Нет
12	Прибор, измеряющий давление жидкости или газа	31	Цилиндр одностороннего действия
13	Пневматический тип управления	32	
14		33	Концевой выключатель
15	Отключен ли стенд от питания электросети	34	Нет
16	3/2 — распределитель нормально закрытый	35	Нет

17		36	Дроссель
18	Регулятор на пути движения газа	37	Компрессор
19		38	Нет

Параметры оценки: за каждый правильный ответ начисляется 1 балл, за неправильный ответ, отсутствие ответа (в «открытых» вопросах) или ответ «не знаю» — 0 баллов. Максимально возможная сумма баллов за тестирование — 38 баллов.

Критерии оценки теста:

Уровень освоения материала	Результативность (баллы)	Результативность (%)
Высокий	31 – 38	80% – 100%
Средний	23 – 30	60% – 79%
Низкий	15 – 22	40% – 59%
Очень низкий	0 – 14	0% – 39%

Пример итогового контроля 1 года обучения по программе «Основы инженерного проектирования робототехнических и мехатронных систем»

Задания для оценки знаний обучающихся

Темы программы, по которым проводится контроль (в части теории и практики):

- Введение в робототехнику и мехатронику. Сферы применения РС — тема 11
- Основы управления роботом. Сферы применения РС (промышленные роботы) — тема 12

Теория. Проверка знаний устройства микроконтроллера RCX.

Цель. Выявление знаний об устройстве микроконтроллера RCX, правилах подключения и применения микроконтроллера в конструкции робота.

Практика. Проверка знаний и умений при программировании робота с помощью программы Robolab 2.9.

Цель. Выявление знаний о названии, назначении, правилах соединения и способах применения команд в среде программирования Inventor 4 программы Robolab 2.9.

Форма проведения контроля:
- теория (задание 1) — тест
- теория (задание 3) — контрольная работа
- практика (задания 2) — сборка робота
- практика (задание 3) — контрольная работа

Задание 1 (33 балла)
Время выполнения заданий — 15 минут.
Критерии оценки — правильность ответов.
За каждый правильный ответ — 3 балла.

Интервалы уровней

Максимальный балл за задание 1	Высокий уровень	Средний уровень	Низкий уровень
33	От 27 до 33	От 12 до 26	От 0 до 11

Детям предлагается заполнить бланк теста по теме «Конструкция и функции микрокомпьютера RCX и отметить их на предложенных рисунках буквами соответствующей функции.

Тест прилагается.

Правильные ответы:

Правая сторона листа (рисунков)	Левая сторона листа (рисунков)
B — порты вывода — к ним подключают моторы и лампочки	J — приемник/передатчик инфракрасных сигналов
K — Гнездо сетевого адаптера	A — порты ввода — к ним подключают датчики касания и освещенности
G — Кнопка просмотра текущего значения показаний датчика, подключенного к порту.	D — кнопка выбора программного отсека, в который будет загружена программа
I — индикатор загрузки программного обеспечения	H — индикатор номера текущего программного отсека
C — Кнопка включения /выключения блока RCX	E — Кнопка начала/остановки выполнения программы
	F — Индикатор выполнения программы (показывает, выполняется ли программа в текущий момент)

Задание 2 (30 баллов)

Время выполнения задания — 20 минут.

Критерии оценки — правильность выполнения задания: соответствие заданию, прочность конструкции, время сборки.

Интервалы уровней

Максимальный балл за задание 2	Высокий уровень	Средний уровень	Низкий уровень
30	От 24 до 30	От 9 до 23	От 0 до 9

Педагог предлагает детям создать робота для движения по конкретной линии поля. Для сборки используется конструктор «Mindstorms».

1. Соответствие заданию:
   - Наличике RCX (5 балла)
   - Наличие двух двигателей и подсоединенных к ним колес (4 балла)
   - Точность конструкции «бегунка» в соответствии с предлагаемой инструкции (5 баллов) — инструкция прилагается (стр. 16)
2. Прочность конструкции (5 баллов)
3. Время сборки
   - от 0 до 12 минут — 11 баллов
   - от 13 до 18 минут — 7 баллов
   - от 19 до 40 минут — 3 балла

Задание 3 (40 баллов)

Время выполнения задания — 35 минут.

Критерии оценки — правильность созданной программы:

Интервалы уровней

Максимальный балл за задание 3	Высокий уровень	Средний уровень	Низкий уровень
40	32-40	12-31	0-11

Задание включает в себя 3 этапа:

1. Создание программы движения робота на основе двух двигателей и одного датчика освещенности, подключенного к порту «1» и значением «идеально серой поверхности» «45». Программа робота создается с помощью компьютерной программы Robolab 2.9 раздел Inventor 4.
2. Загрузка программы на робота.
3. Запуск робота.

Оценивание выполненной работы:

1. Количество ошибок первого уровня (неверная структура составления программы)
   - От 0 до 2 — 10 баллов
   - От 3 до 4 — 5 баллов
   - От 5 и более — 0 баллов

2. Количество ошибок второго уровня (некорректное соединение элементов)
   - От 0 до 4 — 10 баллов
   - От 5 до 10 — 5 баллов
   - От 11 и более — 2 балла

3. Количество ошибок третьего уровня (некорректное указание портов подключения двигателей и их мощности, порта подключения датчика и его значения)
   - От 0 до 4 — 10 баллов
   - От 5 до 10 — 5 баллов
   - От 11 и более — 2 балла

4. Время выполнения программы
   - От 12 до 20 минут — 10 баллов
   - От 21 до 30 минут — 7 баллов
   - От 31 и более — 3 балла