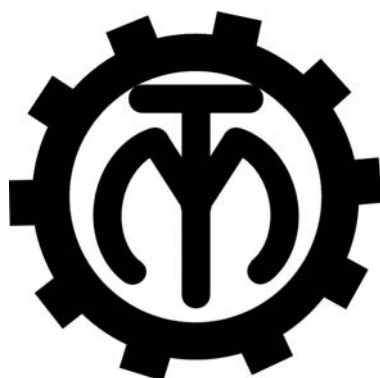


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология машиностроения»

# МЕХАТРОНИКА И ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

*Методические рекомендации к самостоятельной работе  
для студентов специальности  
1-36 07 02 «Производство изделий на основе  
трехмерных технологий»  
заочной формы обучения*



Могилев 2024

УДК 681.5  
ББК 32.965  
М55

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Технология машиностроения» «27» декабря 2023 г.,  
протокол № 7

Составитель Е. Ю. Демиденко

Рецензент канд. техн. наук В. А. Попковский

Методические рекомендации к самостоятельной работе предназначены для студентов специальности 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий» заочной формы обучения. Приведены варианты заданий для выполнения аудиторной контрольной работы, теоретические положения в области наладки и программирования мехатронных систем.

Учебное издание

## МЕХАТРОНИКА И ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

|                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| Ответственный за выпуск | В. М. Шеменков   |
| Корректор               | А. Т. Червинская |
| Компьютерная верстка    | М. М. Дударева   |

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2024

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| 1 Цели и задачи аудиторной контрольной работы.....                     | 4  |
| 2 Требования к контрольной работе.....                                 | 4  |
| 3 Исходные данные для выполнения аудиторной контрольной<br>работы..... | 4  |
| 4 Общие теоретические сведения.....                                    | 11 |
| Список литературы.....   | 14 |

## 1 Цели и задачи аудиторной контрольной работы

Основной задачей при выполнении аудиторной контрольной работы является закрепление знаний, полученных студентами заочной формы обучения в процессе самостоятельной работы, приобретение навыков в применении теоретических знаний при решении практических задач проектирования и программирования мехатронных систем.

В настоящих методических рекомендациях приведены теоретические сведения, исходные данные к контрольной работе, перечень литературы, необходимой для качественного выполнения работы.

## 2 Требования к контрольной работе

Студенты выполняют аудиторную контрольную работу в соответствии со своим вариантом. Варианты заданий назначает преподаватель или студенты выбирают вариант согласно последней цифре номера зачетной книжки.

Контрольная работа должна содержать: принципиальные схемы, логические схемы, таблицы истинности, выводы по работе логических схем.

Перед выполнением контрольной работы студент должен изучить теоретический материал по литературе, приведенной в методических рекомендациях.

## 3 Исходные данные для выполнения аудиторной контрольной работы

### Задание 1

Для следующих логических схем (рисунки 3.1–3.5) описать их поведение согласно исходным данным таблиц 3.1–3.3. Заполнить таблицу истинности. В каждом случае описать пример задачи управления, который может быть решен при помощи представленных логических операций.

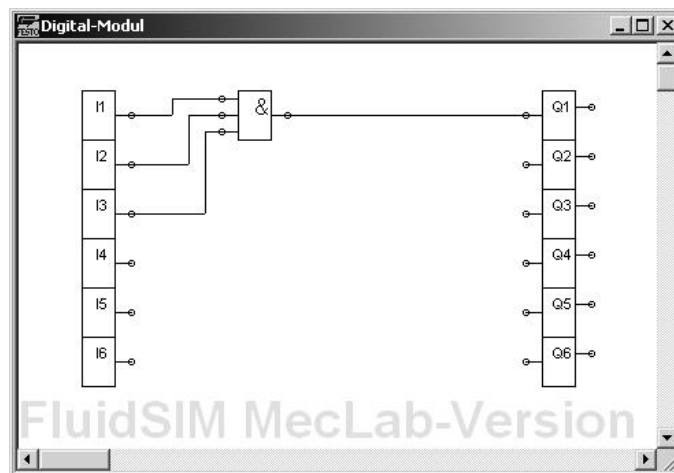


Рисунок 3.1 – Логическая схема для операции «И»

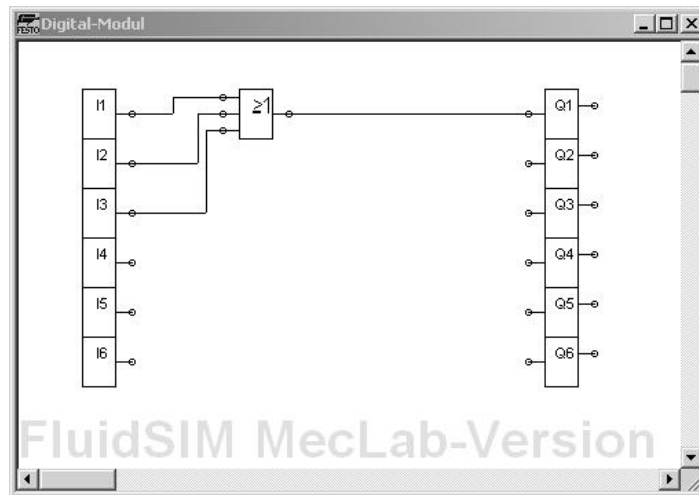


Рисунок 3.2 – Логическая схема для операции «ИЛИ»

Таблица 3.1 – Таблица истинности для рисунков 3.1 и 3.2

| I1 | I2 | I3 | Q1 |
|----|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |    |
| 0  | 0  | 1  |    |
| 0  | 1  | 0  |    |
| 1  | 0  | 0  |    |
| 1  | 1  | 1  |    |
| 1  | 1  | 0  |    |
| 1  | 0  | 1  |    |
| 1  | 0  | 0  |    |

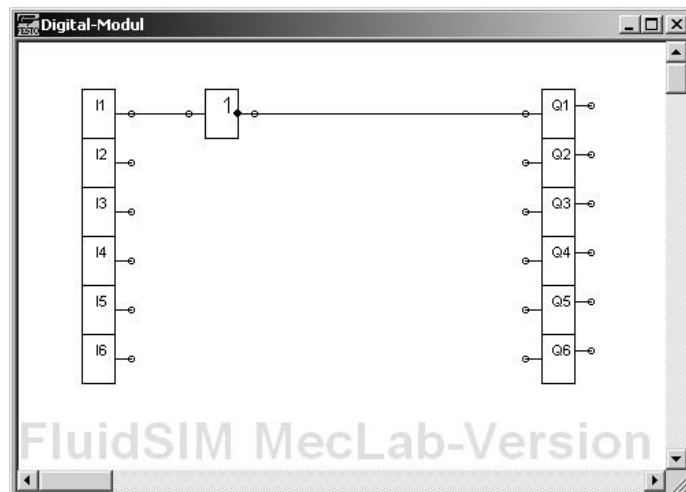


Рисунок 3.3 – Логическая схема для операции «НЕ»

Таблица 3.2 – Таблица истинности для рисунка 3.3

| I1 | Q1 |
|----|----|
| 0  |    |
| 1  |    |

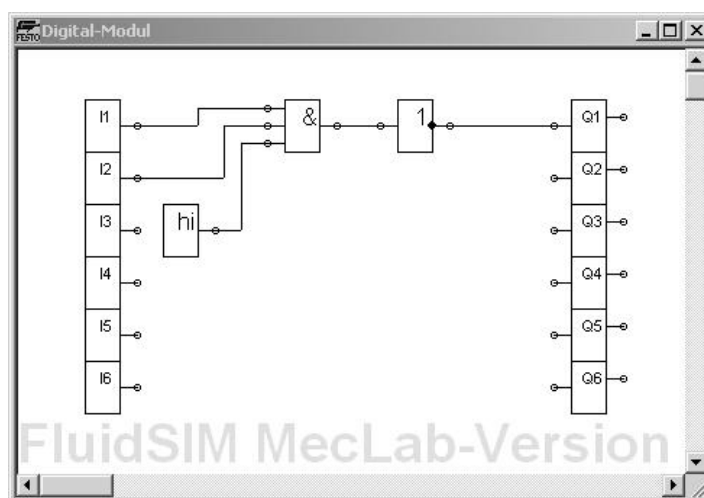


Рисунок 3.4 – Логическая схема для операций «И», «НЕ» и «ИСТИНА»

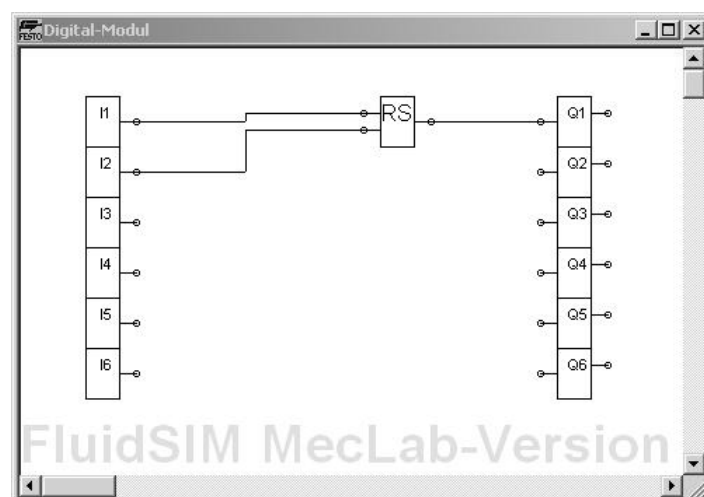


Рисунок 3.5 – Логическая схема для операции «RS-триггер»

Таблица 3.3 – Таблица истинности для рисунков 3.4 и 3.5

| I1 | I2 | Q1 |
|----|----|----|
| 0  | 0  |    |
| 0  | 1  |    |
| 1  | 1  |    |
| 1  | 0  |    |

## Задание 2

Для принципиальной схемы (рисунок 3.6) создать логическую схему со следующими характеристиками:

- лампа P1 должна гореть, когда две кнопки T1 и T2 нажаты, и продолжать гореть после того, как кнопки T1 и T2 будут отжаты;
- лампа должна выключиться, когда будут нажаты кнопки T3 или T4.

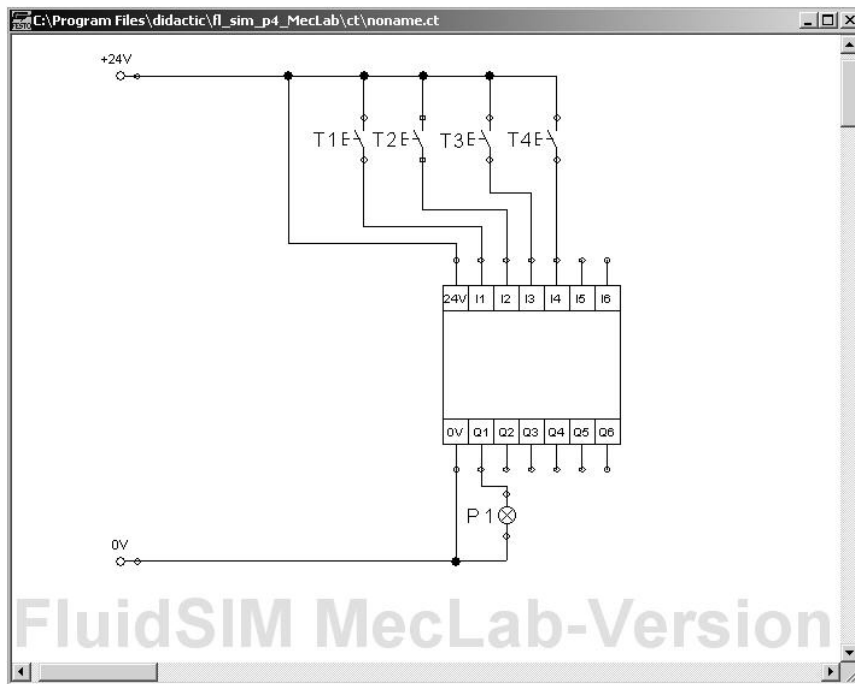


Рисунок 3.6 – Принципиальная схема включения лампы

### Задание 3

Изменить принципиальную схему (см. рисунок 3.6) так, чтобы электродвигатель постоянного тока включался и выключался вместо лампы. Номинальное напряжение питания электродвигателя равно 12 В.

### Задание 4

Изменить принципиальную схему (см. рисунок 3.6) так, чтобы пневматический цилиндр двухстороннего действия выдвигался и втягивался вместо включения лампы.

### Задание 5

Разработать принципиальную схему включения электромагнита, используя кнопку и реле, добавляя компоненты в принципиальную схему, показанную на рисунке 3.7.

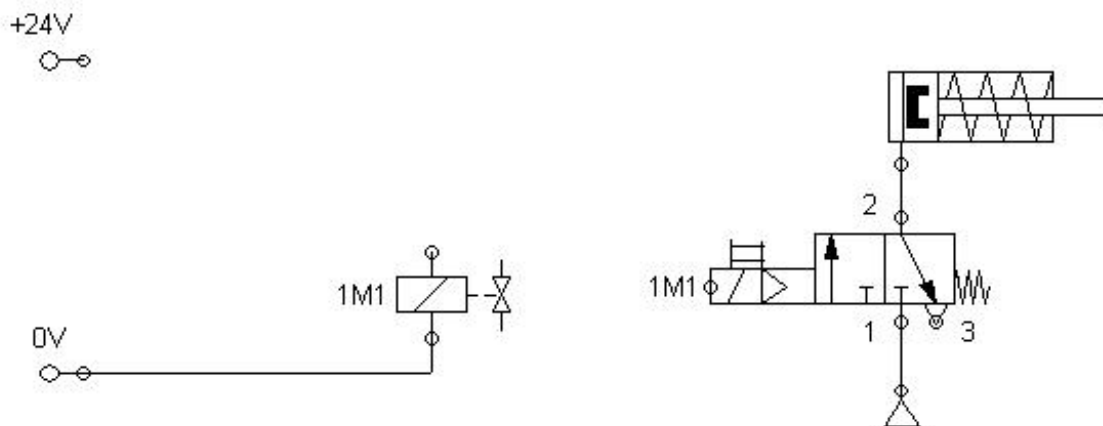


Рисунок 3.7 – Принципиальная схема включения электромагнита

### Задание 6

Разработать принципиальную схему для запуска пневматического цилиндра двухстороннего действия с двух рук.

Устройства запуска оборудования с двух рук часто используют в целях безопасности. Это значит, что машину можно запустить только в том случае, если нажаты две кнопки одновременно. Целью этого устройства является предотвращение застревания рук оператора в машине во время работы.

### Задание 7

Разработать принципиальную схему для конвейера и соответствующую логическую схему со следующими параметрами:

- обрабатываемые детали (контейнеры красного или черного цвета) должны быть перемещены от начала до конца конвейера;
  - движение должно начаться, когда обрабатываемая деталь помещена в начале конвейера, и прекратиться, как только деталь достигнет противоположной стороны конвейера;
  - серебряные детали должны быть сброшены на наклонный лоток.
- Схематическое изображение конвейера представлено на рисунке 3.8.

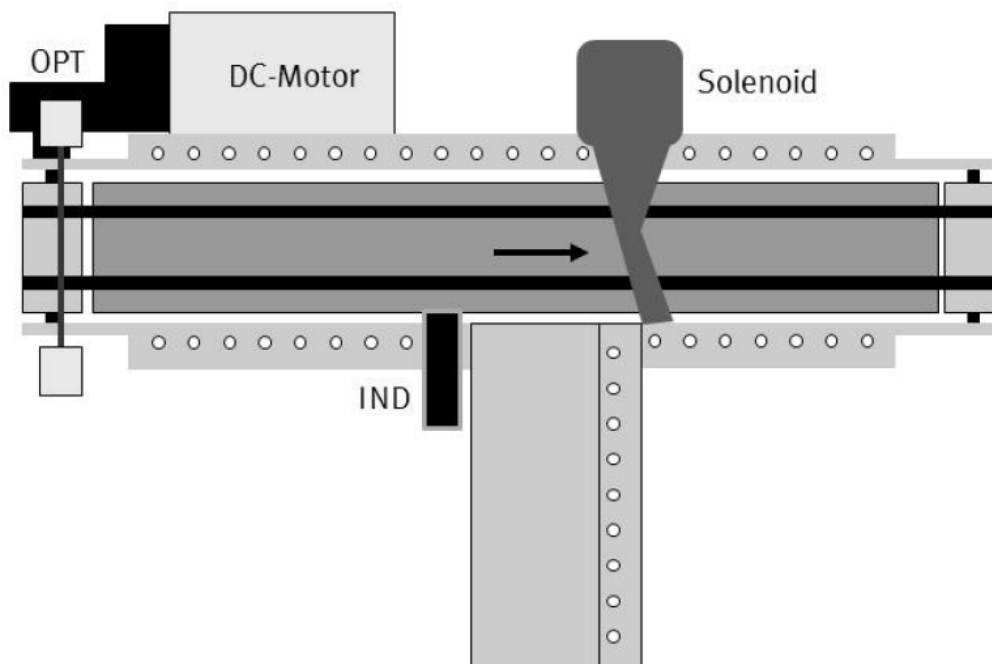


Рисунок 3.8 – Схематическое изображение конвейера

### Задание 8

Разработать принципиальную схему для накопителя со следующими параметрами:

- оператор размещает контейнер в сборочном устройстве;
- цилиндр двухстороннего действия выталкивает крышку из накопителя башенного типа (на контейнер) и затем возвращается в исходное положение;
- цилиндр одностороннего действия спрессовывает вместе контейнер и крышку;



- оператор убирает готовую деталь (контейнер плюс крышка);
  - цвет контейнера и крышки не существенны.
- Схематическое изображение накопителя представлено на рисунке 3.9.

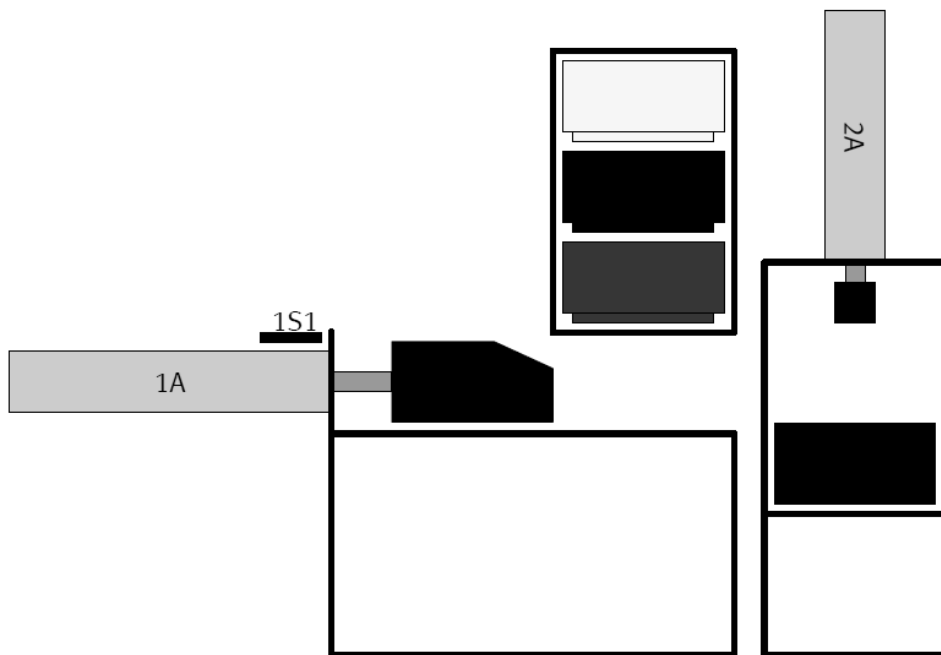


Рисунок 3.9 – Схематическое изображение накопителя

### Задание 9

Разработать логическую схему для стекового накопителя со следующими параметрами:

- оператор размещает контейнер в сборочном устройстве и нажимает кнопку «Пуск»;
- цилиндр двухстороннего действия выталкивает крышку из накопителя башенного типа (на контейнер) и затем возвращается в исходное положение;
- цилиндр одностороннего действия спрессовывает вместе контейнер и крышку в течение 10 с;
- оператор убирает готовую деталь (контейнер плюс крышка);
- цвет контейнера и крышки не существенны.

Схематическое изображение накопителя представлено на рисунке 3.9.

### Задание 10

Разработать принципиальную схему для манипулятора со следующими параметрами:

- оператор размещает контейнер в ближнем лотке;
- манипулятор должен переместить деталь от ближнего лотка в дальний лоток.

Схематическое изображение манипулятора представлено на рисунке 3.10.

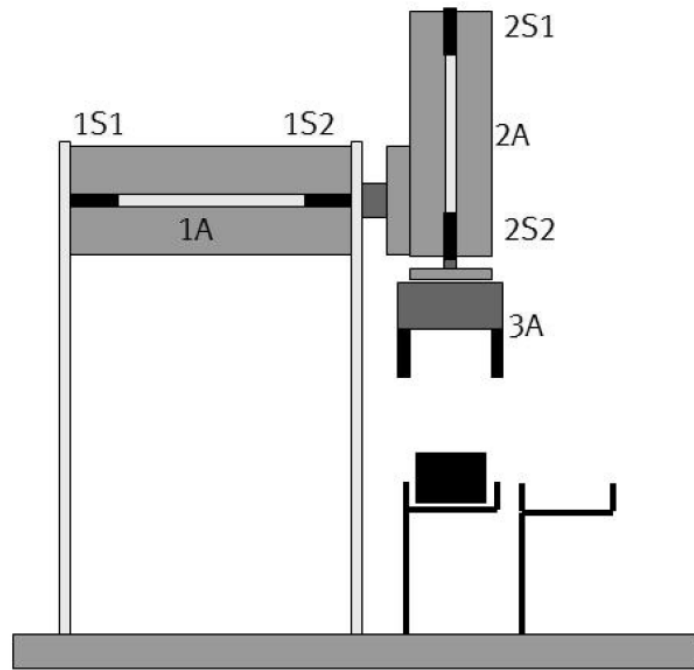


Рисунок 3.10 – Схематическое изображение манипулятора

### Задание 11

Разработать логическую схему для манипулятора со следующими параметрами:

– оператор размещает контейнер в ближнем лотке и нажимает кнопку «Пуск»;

– манипулятор должен переместить деталь от ближнего лотка в дальний лоток.

Схематическое изображение манипулятора представлено на рисунке 3.10.

Варианты заданий назначает преподаватель или студенты выбирают вариант согласно последней цифре номера зачетной книжки по таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Варианты заданий

| Вариант | Последняя цифра номера зачетной книжки | Номер(а) задания(й)                |
|---------|--|------------------------------------|
| 1       | 0                                      | Задание 1, рисунок 3.1 и задание 2 |
| 2       | 1                                      | Задание 1, рисунок 3.2 и задание 3 |
| 3       | 2                                      | Задание 1, рисунок 3.3 и задание 4 |
| 4       | 3                                      | Задание 1, рисунок 3.4 и задание 5 |
| 5       | 4                                      | Задание 1, рисунок 3.5 и задание 6 |
| 6       | 5                                      | Задание 7                          |
| 7       | 6                                      | Задание 8                          |
| 8       | 7                                      | Задание 9                          |
| 9       | 8                                      | Задание 10                         |
| 10      | 9                                      | Задание 11                         |

## 4 Общие теоретические сведения

Мехатронная система манипулятора (рисунок 4.1, таблица 4.1).

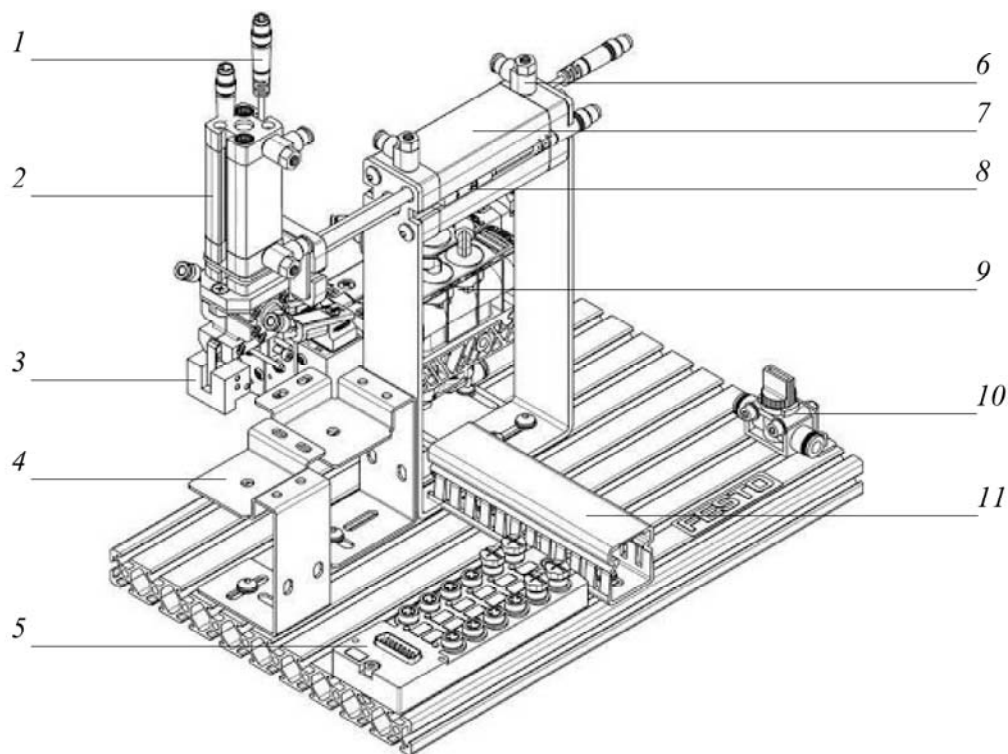


Рисунок 4.1 – Компоновка мехатронной системы манипулятора

Таблица 4.1 – Компоненты мехатронной системы манипулятора

| Номер | Наименование                                       | Назначение в пределах системы   |
|-------|--|---|
| 1     | Магнитный бесконтактный датчик положения           | Выдает сигнал, когда поршень достигает положения датчика                              |
| 2     | Цилиндр двухстороннего действия (с направляющими)  | Привод для перемещения по оси Z   |
| 3     | Захват   | Захватывает деталь  |
| 4     | Платформа для складирования                        | Складировает детали   |
| 5     | Распределительная коробка с многоштырьковой вилкой | Служит для подключения к источнику электроэнергии датчиков и исполнительных устройств |
| 6     | Дроссели с обратными клапанами                     | Регулируют скорость цилиндров   |
| 7     | Цилиндр двухстороннего действия (с направляющими)  | Привод для перемещения по оси X   |
| 8     | Магнитный бесконтактный датчик положения           | Выдает сигнал, когда поршень достигает положения датчика                              |
| 9     | Распределители с электромагнитами                  | Управление движением цилиндров  |
| 10    | 3/2-распределитель с ручным управлением            | Перекрывает источник сжатого воздуха  |
| 11    | Кабельный канал                                    | Служит для прокладки кабелей  |

Мехатронная система стекового накопителя (рисунок 4.2, таблица 4.2).

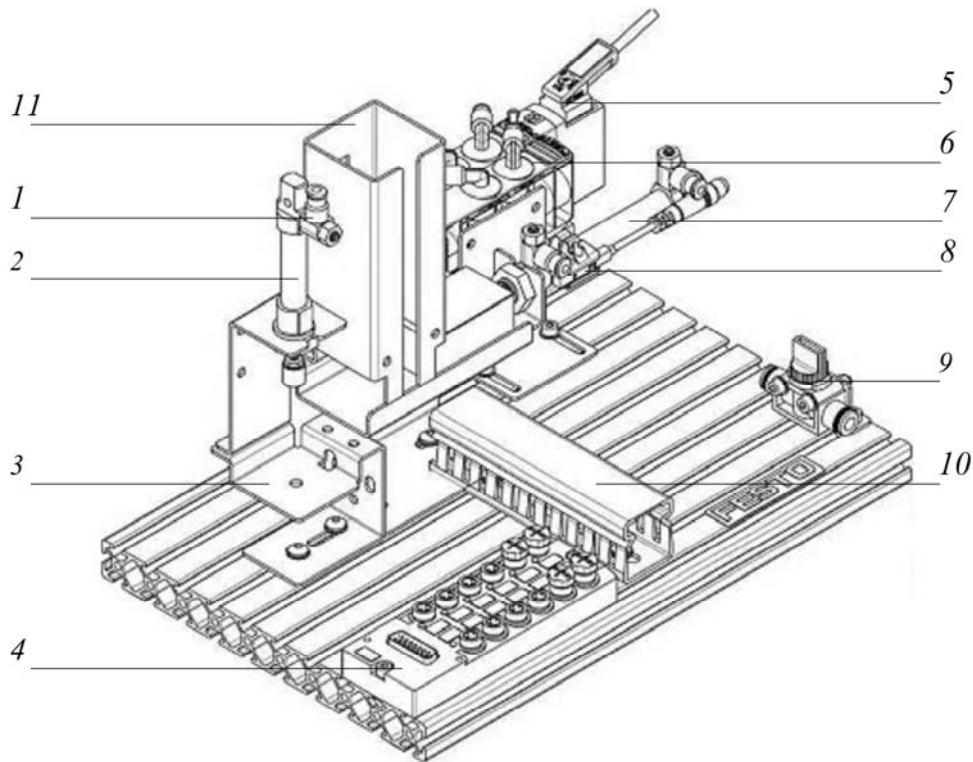


Рисунок 4.2 – Компоновка мехатронной системы стекового накопителя

Таблица 4.2 – Компоненты мехатронной системы стекового накопителя

| Номер | Наименование                                       | Назначение в пределах системы   |
|-------|--|---|
| 1     | Дроссель с обратным клапаном                       | Регулирует скорость цилиндров   |
| 2     | Цилиндр одностороннего действия                    | Запрессовывает крышку во втулку   |
| 3     | Платформы для складирования                        | Удерживает обрабатываемые детали  |
| 4     | Распределительная коробка с многоштырьковой вилкой | Обеспечивает подключение к электропитанию датчиков и исполнительных элементов             |
| 5     | 4/2-распределитель с двумя электромагнитами        | Приводят в действие цилиндр двухстороннего действия                                       |
| 6     | 4/2-распределитель с одним электромагнитом         | Приводят в действие цилиндр одностороннего действия                                       |
| 7     | Цилиндр двухстороннего действия                    | Выталкивает обрабатываемую деталь из накопителя   |
| 8     | Магнитный бесконтактный датчик положения           | Выдает сигнал, как только поршень цилиндра двухстороннего действия проходит возле датчика |
| 9     | 3/2-распределитель с ручным управлением            | Перекрывает источник сжатого воздуха  |
| 10    | Кабельный канал                                    | Служит для прокладки кабелей  |
| 11    | Накопитель   | Складировать обрабатываемые детали  |

Мехатронная система конвейера (рисунок 4.3, таблица 4.3).

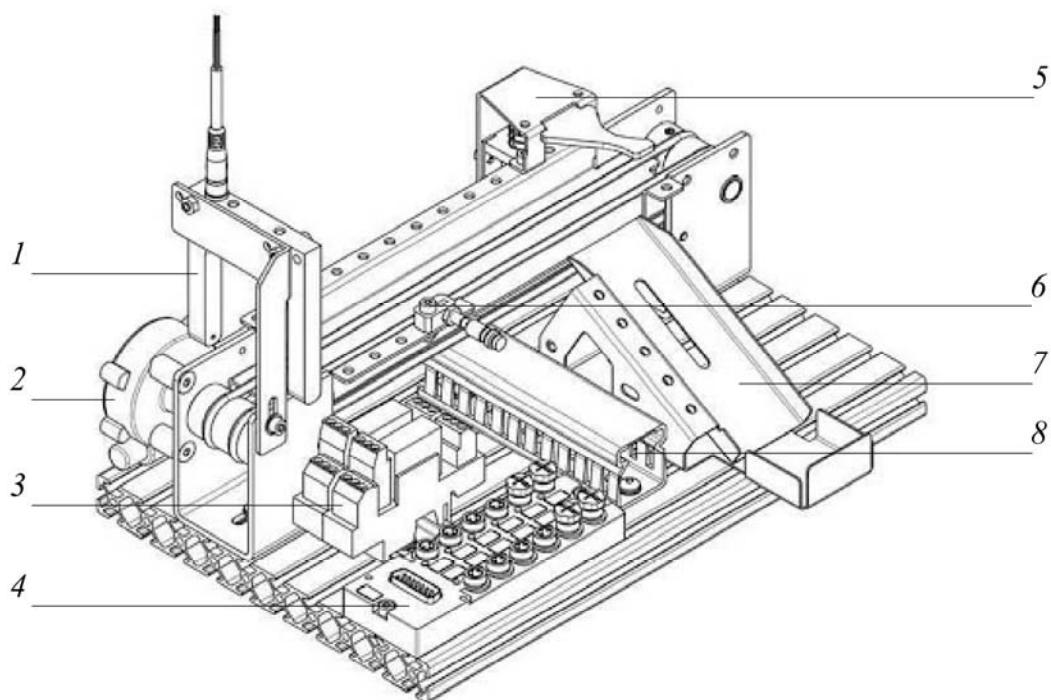


Рисунок 4.3 – Компоненка мехатронной системы конвейера

Таблица 4.3 – Компоненты мехатронной системы конвейера

| Номер | Наименование  | Назначение в пределах системы                                  |
|-------|---|--|
| 1     | Оптический датчик                                   | Обнаруживает, есть ли обрабатываемая деталь в начале конвейера |
| 2     | Двигатель постоянного тока с редуктором             | Дает возможность конвейеру двигаться вперед или назад          |
| 3     | Реле  | Управляет двигателем постоянного тока                          |
| 4     | Распределительная коробка с мультиштырьковой вилкой | Обеспечивает подключение к электросети датчиков и приводов     |
| 5     | Электромагнит                                       | Сталкивает обрабатываемые детали на наклонный лоток            |
| 6     | Индуктивный датчик                                  | Обнаруживает металлические детали                              |
| 7     | Наклонный лоток                                     | Складывает сталкиваемые детали                                 |
| 8     | Кабельный канал                                     | Служит для аккуратной прокладки кабелей                        |

Все автоматизированные системы используют ряд компонентов, таких как датчики, клапаны, двигатели и т. д. Важно описать функционирование системы понятно и просто. Это можно сделать, применяя электрические, пневматические и гидравлические принципиальные схемы. Чтобы понимать принципиальные схемы, необходимо знать условные обозначения. Необходимую информацию можно найти в справочных источниках: ГОСТ 2.780, ГОСТ 2.781, ГОСТ 2.782, ГОСТ 2.704, ГОСТ 21.408, ISO 1219-1, DIN EN 60617, программное обеспечение Festo FluidDraw.

## Список литературы

1 Автоматизация в промышленности: практикум в 4 ч. Ч. 1. Пневмоавтоматика и гидроавтоматика / Е. В. Пашков [и др.]; под ред. Е. В. Пашкова. – Севастополь: СевНТУ, 2010. – 156 с.

2 Интегрированные системы проектирования и управления в машиностроении. Структура и состав: учебное пособие для вузов / Т. Я. Лазарева [и др.]. – Старый Оскол: ТНТ, 2019. – 236 с.

3 **Чунихин, А. А.** Электрические аппараты. Общий курс: учебник / А. А. Чунихин. – 3-е изд., перераб. и доп.; репринт, изд. – Москва: Альянс, 2018. – 720 с. : ил.