

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**  
**по ПМ 01** Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации  
с учетом специфики технологических процессов

**МДК 01.02** Тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации с  
формированием пакета технической документации

для студентов специальности по  
**15.02.14** Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и  
производств (по отраслям)

ФП Профessionalитет

Челябинск, 2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
Рабочая программа профессионального модуля ПМ.01 «Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов» .....	6
Методические указания к практическим и лабораторным работам по МДК.01.02 «Тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации с формированием пакета технической документации» .....	30
Комплект контрольно-оценочных средств по междисциплинарному курсу МДК.01.02 «Тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации с формированием пакета технической документации» .....	130
Литература .....	171

## ВВЕДЕНИЕ

Содержание учебно-методического комплекса направлено на реализацию требований к результатам освоения основных видов деятельности образовательной программы по междисциплинарному курсу МДК 01.02 «Тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации с формированием пакета технической документации», а также на подготовки к модулю «Проектирование и изменение цепи» демонстрационного экзамена в среде FluidSim по компетенции «Промышленная автоматика» для специальности 15.02.14 «Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)».

Ведущей дидактической целью учебно-методического комплекса является формирование профессиональных практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности по профессиональным модулям.

В соответствии с рабочей программой модуля ПМ.01 «Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов» предусмотрено проведение практических, лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен уметь:

- анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации.

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку студентов к освоению профессионального модуля основной профессиональной образовательной программы по специальности и овладению профессиональными компетенциями:

ПК 1.1. Осуществлять анализ имеющихся решений для выбора программного обеспечения для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания.

ПК 1.2. Разрабатывать виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания.

ПК 1.3. Проводить виртуальное тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации для оценки функциональности компонентов.

ПК 1.4. Формировать пакет технической документации на разработанную модель элементов систем автоматизации.

А также формированию общих компетенций:

ОК1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК4. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

***РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ***

***ПМ.01* Разработка и компьютерное моделирование элементов систем  
автоматизации с учетом специфики технологических процессов**

**специальность**

15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по  
отраслям)

2022 год

ОДОБРЕНА  
Цикловой методической комиссией ОС и МТ  
Протокол № 1  
Председатель ЦМК  
И.В. Ефимова  
«01» сентября 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора

И.Н. Тихонова

«01» сентября 2022 г.

Рабочая программа профессионального модуля ПМ.01 Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов разработана на основе примерной программы профессионального модуля ПМ.01 Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов, входящей в примерную основную образовательную программу, разработанную на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09.12.2016 №1582 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23.12.2016, регистрационный №44917).

*Организация-разработчик:*

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Южно-Уральский многопрофильный колледж»

*Разработчик:*

Ефимова И.В., преподаватель ГБПОУ «ЮУМК»

# **1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

## **1.1 Область применения рабочей программы**

Рабочая программа профессионального модуля является частью основной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО 15.02.14 «Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)»

## **1.2 Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля**

В результате изучения профессионального модуля студент должен освоить виды профессиональной деятельности и соответствующие ему профессиональные компетенции:

*ВД 1.* Осуществлять разработку и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов.

<b>Код</b>	<b>Профессиональные компетенции</b>
<b>ПК 1.1.</b>	Осуществлять анализ имеющихся решений для выбора программного обеспечения для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания.
<b>ПК 1.2.</b>	Разрабатывать виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания.
<b>ПК 1.3.</b>	Проводить виртуальное тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации для оценки функциональности компонентов.
<b>ПК 1.4.</b>	Формировать пакет технической документации на разработанную модель элементов систем автоматизации.

*Освоение профессионального модуля направлено на развитие общих компетенций:*

<b>Код</b>	<b>Общие компетенции</b>
<b>ОК 1</b>	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.
<b>ОК 2</b>	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.
<b>ОК 3</b>	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.
<b>ОК 4</b>	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.
<b>ОК 5</b>	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.
<b>ОК 7</b>	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
<b>ОК 9</b>	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

*В результате освоения профессионального модуля студент должен:*

<b>Иметь практический опыт</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– в анализе имеющихся решений для выбора программного обеспечения для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания;</li> <li>– разработки виртуальной модели элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания;</li> <li>– проведения виртуального тестирования разработанной модели элементов систем автоматизации для оценки функциональности компонентов;</li> <li>– формирования пакетов технической документации на разработанную модель элементов систем автоматизации.</li> </ul>
<b>уметь</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации;</li> <li>– выбирать и применять программное обеспечение для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания;</li> <li>– создавать и тестировать модели элементов систем автоматизации на основе технического задания;</li> <li>– разрабатывать виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания;</li> <li>– использовать методику построения виртуальной модели;</li> <li>– использовать пакеты прикладных программ (CAD/CAM – системы) для разработки виртуальной модели элементов систем автоматизации</li> <li>– использовать автоматизированные рабочие места техника для разработки виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания;</li> <li>– проводить виртуальное тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации;</li> <li>– проводить оценку функциональности компонентов</li> <li>– использовать автоматизированные рабочие места техника для виртуального тестирования разработанной модели элементов систем автоматизации для оценки функциональности компонентов;</li> <li>– использовать пакеты прикладных программ (CAD/CAM – системы) для разработки технической документации на проектирование элементов систем автоматизации;</li> <li>– оформлять техническую документацию на разработанную модель элементов систем автоматизации, в том числе с использованием средств САПР;</li> <li>– читать и понимать чертежи и технологическую документацию.</li> </ul>
<b>знать</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– назначение элементов и блоков систем управления, особенности их работы, возможности применения, основные динамические характеристики элементов и систем элементов управления;</li> <li>– технические характеристики элементов систем автоматизации, принципиальные электрические схемы;</li> <li>– принципы и методы автоматизированного проектирования технических систем;</li> <li>– современное программное обеспечение для создания и выбора систем автоматизации;</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>– критерии выбора современного программного обеспечения для моделирования элементов систем автоматизации;</li> <li>– теоретические основы моделирования;</li> <li>– назначения и области применения элементов систем автоматизации;</li> <li>– содержания и правила оформления технических заданий на проектирование;</li> <li>– методики построения виртуальных моделей;</li> <li>– программное обеспечение для построения виртуальных моделей;</li> <li>– методики разработки и внедрения управляющих программ для тестирования разработанной модели элементов систем автоматизированного оборудования, в том числе с применением CAD/CAM/CAE систем;</li> <li>– функциональное назначение элементов систем автоматизации;</li> <li>– основы технической диагностики средств автоматизации;</li> <li>– основы оптимизации работы компонентов средств автоматизации;</li> <li>– состав, функции и возможности использования средств информационной поддержки элементов систем автоматизации на всех стадиях жизненного цикла (CALS-технологии);</li> <li>– классификацию, назначение, область применения и технологические возможности элементов систем автоматизации;</li> <li>– служебное назначение и конструктивно-технологических признаки разрабатываемых элементов систем автоматизации;</li> <li>– требования ЕСКД и ЕСТД к оформлению технической документации для элементов систем автоматизации</li> </ul>
--	---

### ***1.3 Количество часов, отводимое на освоение профессионального модуля***

Всего 632 часов, в том числе:

в форме практической подготовки – 436 часов;

на освоение МДК 01.01 – 320 часов;

на освоение МДК 01.02 – 168 часа;

в том числе, самостоятельная работа – 10 часов;

консультации – 24 часа;

промежуточная аттестация – 24 часов;

на практики:

учебную – 108 часов;

производственную – 36 часов.

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

**2.1 Структура профессионального модуля ПМ.01** Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов

Коды профессиональных общих компетенций	Наименования разделов профессионального модуля	Объем образовательной программы в часах, в т.ч.									
		Всего	Практическая подготовка	Самостоятельная работа	Работа обучающихся во взаимодействии с преподавателем						
					Обучение по МДК, час				Практики	Промежуточная аттестация	Консультации
					Всего	Теоретическое обучение	Лабораторные и практические занятия	Курсовой проект			
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
ПК 1.1. ПК 1.2. ОК 1-7, 9-11	Раздел 1.1. Осуществление анализа решений для выбора программного обеспечения в целях разработки и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания	320	192	6	290	180	80	30		12	12
ПК 1.3. ПК 1.4. ОК 1-7, 9, 10	Раздел 1.2. Тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации с формированием	168	100	4	140	70	70			12	12

	пакета технической документации										
	Учебная практика	108	108						108		
	Производствен- ная практика	36	36						36		
	<b>Всего:</b>	<b>632</b>	<b>436</b>	<b>10</b>	<b>430</b>	<b>250</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>144</b>	<b>24</b>	<b>24</b>

## 2.2 Тематический план и содержание профессионального модуля

ПМ.01. Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены)	Объем часов
1	2	3
<b>Раздел 1.1 Осуществление анализа решений для выбора программного обеспечения в целях разработки и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания.</b>		<b>320</b>
<b>МДК.01.01 Осуществление анализа решений для выбора программного обеспечения в целях разработки и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания.</b>		<b>320</b>
<b>Тема 1.1</b> Основные понятия о системах автоматического управления и регулирования.	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>12</b>
	1. Значение автоматизации управления технологическими процессами. Средства автоматизации.	
	2. Основные элементы систем автоматического регулирования. Структурная схема простейшей автоматической системы регулирования (АСР), принцип действия. Основные свойства АСР.	
	3. Принципы автоматического регулирования.	
	4. Классификация систем управления и регулирования.	
	5. Требования к системам автоматического регулирования. Понятие о переходном процессе, устойчивости и качестве регулирования.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>4</b>
<b>Тема 1.2</b> Типовые элементарные звенья. Свойства и характеристики звеньев и систем.	<b>В том числе, практических работ:</b>	<b>2</b>
	1. Практическая работа: Построение и описание структурной схемы АСР объекта автоматизации.	
	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>16</b>
	1. Дифференциальные уравнения элементов систем автоматизации.	
	2. Передаточная функция и характеристическое уравнение.	
	3. Статические и динамические характеристики элементов.	
	4. Частотные характеристики элементов АСР. Графическое изображение комплексной частотной характеристики (КЧХ).	
	5. Типовые динамические звенья АУ.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>8</b>
	<b>В том числе, практических работ:</b>	<b>6</b>
	1. Практическая работа: Построение ЛАЧХ, ФЧХ и переходного процесса идеальных звеньев.	
	2. Практическая работа: Построение ЛАЧХ, ФЧХ и переходного процесса реальных звеньев.	
	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>18</b>
	1. Последовательное, параллельное соединение звеньев.	

<b>Тема 1.3</b> Передаточные функции соединений звеньев и систем.	2. Встречно-параллельное соединение звеньев.	
	3. Правила преобразования сложных многоконтурных систем.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>14</b>
	<b>В том числе, практических работ:</b>	12
	1. Практическая работа: Построение ЛАЧХ и ФЧХ последовательного соединения звеньев.	
	2. Практическая работа: Построение ЛАЧХ и ФЧХ параллельного соединения звеньев.	
	3. Практическая работа: Построение ЛАЧХ и ФЧХ встречно-параллельного соединения звеньев.	
	4. Практическая работа: Определение передаточных функций сложных многоконтурных систем.	
<b>Тема 1.4</b> Свойства объектов управления и регулирования и их определение.	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>6</b>
	1. Статические и динамические свойства, параметры объектов управления.	
	2. Методика определения динамических свойств и параметров объекта регулирования. Определение динамических характеристик объекта экспериментальным путем.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>4</b>
	<b>В том числе, лабораторных работ:</b>	2
	1. Лабораторная работа: Снятие кривой разгона объекта управления и определение основных параметров.	
<b>Тема 1.5</b> Управляющие устройства (автоматические регуляторы).	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>12</b>
	1. Регулятор как элемент АСР. Классификация регуляторов.	
	2. Законы регулирования регуляторов. Интегральный закон регулирования.	
	3. Пропорциональный закон регулирования.	
	4. Пропорционально-интегральный (ПИ) закон регулирования. Структурные схемы ПИ-регуляторов.	
	5. Пропорционально-дифференциальный (ПД) закон регулирования.	
	6. Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) закон регулирования.	
<b>Тема 1.6</b> Позиционные регуляторы.	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>6</b>
	1. Понятие о дискретных (позиционных) системах управления. Статические характеристики позиционных регуляторов, параметры настройки.	
	2. Структурные схемы позиционных систем управления. Практическое применение позиционных регуляторов.	
	3. Переходные процессы в системах с позиционными регуляторами.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>2</b>
<b>Тема 1.7</b> Структурные схемы, параметры настройки импульсных регуляторов.	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>2</b>
	1. Структурные схемы, параметры настройки импульсных регуляторов. Общие понятия об импульсных системах управления, их практическое использование в современных регуляторах.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>2</b>
	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>2</b>

<b>Тема 1.8</b> Релейные системы автоматического управления.	1. Релейные САУ. Скользящий режим работы релейных систем.	
<b>Тема 1.9</b> Преобразование реальной системы управления.	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>4</b>
	1. Преобразование реальной системы управления.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>2</b>
	<b>В том числе, практических работ:</b> 1. Практическая работа: Правила эквивалентного преобразования сложных систем управления.	2
<b>Тема 1.10</b> Качество системы автоматического управления.	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>8</b>
	1. Показатели качества процесса регулирования. Допустимые показатели качества. Методы оценки качества работы системы АУ.	
	2. Типовые переходные процессы регулирования.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>4</b>
	<b>В том числе, практических работ:</b>	4
	1. Практическая работа: Интерфейс и принципы построения моделей в программном комплексе «МВТУ». 2. Практическая работа: Моделирование переходных процессов элементов систем автоматизации.	
<b>Тема 1.11</b> Устойчивость автоматических систем управления и регулирования.	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>16</b>
	1. Понятия об устойчивости систем. Определение устойчивости по виду корней характеристического уравнения.	
	2. Алгебраические критерии устойчивости Гурвица и Рауса.	
	3. Частотно-графический критерий устойчивости Михайлова.	
	4. Критерий устойчивости Найквиста. Характер годографа Найквиста. Понятие о запасе устойчивости.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>8</b>
	<b>В том числе, практических работ:</b>	8
	1. Практическая работа: Определение устойчивости системы автоматического управления и регулирования методом алгебраических критериев Гурвица и Рауса.	
	2. Практическая работа: Определение устойчивости системы автоматического управления и регулирования по виду расположения вектора годографа Михайлова.	
	3. Практическая работа: Определение устойчивости систем автоматического регулирования по критерию Найквиста.	
	4. Практическая работа: Инструменты частотного анализа систем управления в программном комплексе «МВТУ».	
<b>Тема 1.12</b> Оптимизация параметров динамической	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>8</b>
	1. Общие сведения. Этапы оптимизации настроек контура управления.	

настройки управления технологическим процессом.	контура	2. Структурная оптимизация.	
		3. Динамическая оптимизация. Задача динамической оптимизации.	
		<b>Практической подготовки</b>	<b>2</b>
		<b>В том числе, практических работ:</b>	2
		1. Практическая работа: Моделирование и исследование качества контура автоматического регулирования	
<b>Тема 1.13</b> Конструкция и принципы работы типовых элементов систем автоматизации.		<b>Содержание</b>	<b>108</b>
		1. Понятия о комплексах технических средств автоматизации и управления (КТСА). Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП).	
		2. Агрегатные комплексы пневматических средств автоматизации.	
		3. Простейшие составляющие пневматических приборов и устройств.	
		4. Универсальная система элементов промышленной пневмоавтоматики (УСЭППА).	
		5. Преобразователи пневматических сигналов на элементах УСЭППА.	
		6. Агрегатный комплекс СТАРТ. Регулирующие устройства комплекса.	
		7. Позиционеры.	
		<b>Практической подготовки</b>	<b>6</b>
		<b>В том числе, практических работ:</b>	2
		1. Практическая работа: Изучение устройства, работы, органов настройки и правил подключения пневматических регуляторов комплекса СТАРТ-2.	
		8. Общее устройство, оборудование и принцип действия гидравлической системы управления. Область применения гидравлических регуляторов.	
		9. Виды и принцип действия гидравлических усилителей, преобразователей.	
		10. Электрогидравлические регуляторы. Входные сигналы, формирование закона регулирования.	
		<b>Практической подготовки</b>	<b>4</b>
		<b>В том числе, практических работ:</b>	2
		2. Практическая работа: Изучение конструкции и схем подключения гидравлических и электрогидравлических регуляторов.	
		11. Особенности устройства и принципа действия регуляторов прямого действия.	
		12. Позиционная система управления. Область применения позиционных (контроллеров) регуляторов в системах управления, защиты, сигнализации.	
		13. Агрегатный комплекс АКЭСР. Состав комплекса АКЭСР. Особенности конструктивного исполнения аппаратуры комплекса.	
		14. Блоки ввода-вывода информации комплекса АКЭСР. Функциональные блоки комплекса АКЭСР.	
		15. Релейно-импульсные регуляторы комплекса АКЭСР. Функциональная схема регулятора РП4-У-М1.	
		16. Регулятор микропроцессорный РП5-М1. Выполняемые функции. Основные технические характеристики. Функциональная схема.	

17. Программирование, настройка, контроль регулятора РП5-М1. Тестирование регулятора.	
<b>Практической подготовки</b>	<b>10</b>
<b>В том числе, практических и лабораторных работ:</b>	4
3. Лабораторная работа: Исследование динамических характеристик теплового объекта и настройка регулятора РП4-У.	
4. Практическая работа: Проектирование схем подключения входных и выходных сигналов микропроцессорного регулятора РП5-М1.	
18. Задающие устройства комплекса АКЭСР. Виды ручных и токовых задатчиков. Устройство, принцип действия и правила подключения задатчиков РЗД-12 и РЗД-22.	
19. Блоки управления типа БРУ. Устройство, принцип действия и правила подключения блоков управления БРУ-22, БРУ-32 и БРУ-42.	
<b>Практической подготовки</b>	<b>8</b>
<b>В том числе, практических работ:</b>	4
5. Практическая работа: Проектирование схем подключения задатчиков типа РЗД-12, РЗД-22.	
6. Практическая работа: Проектирование схем подключения блоков управления БРУ.	
20. Комплекс технических средств КАСКАД. Структура и технические характеристики аппаратуры комплекса КАСКАД – 2.	
21. Аналоговые и импульсные регулирующие блоки комплекса КАСКАД – 2. Общее устройство. Правила подключения, проверки и настройки блоков.	
22. Приборы регулирующие программируемые микропроцессорные ПРОТАР.	
23. Регуляторы МИНИТЕРМ.	
24. Устройство, принцип действия и правила подключения задатчиков комплекса КАСКАД-2.	
25. Блоки управления комплекса КАСКАД – 2.	
<b>Практической подготовки</b>	<b>16</b>
<b>В том числе, практических работ:</b>	6
7. Практическая работа: Разработка системы каскадного регулирования на базе регуляторов Р17 и Р27.	
8. Практическая работа: Изучение схемы подключения задатчиков типа ЗУ-11 и ЗУ-05.	
9. Практическая работа: Изучение схем подключения блоков управления БУ.	
26. Комплекс технических средств КОНТУР-2, его применение в системах автоматизации. Конструктивные и функциональные особенности. Регулирующие устройства комплекса.	
27. Программно-технический комплекс КОНТАР.	
<b>Практической подготовки</b>	<b>6</b>
<b>В том числе, практических работ:</b>	2
10. Практическая работа: Разработка системы регулирования температуры на базе регулятора РС 29.	
28. Средства автоматизации компании ОВЕН. Особенности конструктивного исполнения аппаратуры.	



	29. Реле-регуляторы компании ОВЕН.	
	30. Измерители-регуляторы компании ОВЕН.	
	31. ПИД-регуляторы компании ОВЕН.	
	32. Программное обеспечение для работы с приборами компании ОВЕН.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>14</b>
	<b>В том числе, лабораторных работ:</b>	4
	11. Лабораторная работа: Изучение устройства ПИД-регулятора ТРМ-210 с интерфейсом RS-485.	
	12. Лабораторная работа: Настройка ПИД-регулятора ТРМ-210 с интерфейсом RS-485.	
	33. Промышленные приборы для регулирования технологических параметров под марками ТЕРМОДАТ. Модельный ряд приборов.	
	34. Регуляторы Термодат.	
	35. Программное обеспечение для работы с приборами Термодат.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>4</b>
	36. Пусковые устройства в системах автоматизации.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>4</b>
	<b>В том числе, практических работ:</b>	2
	13. Практическая работа: Изучение схем подключения бесконтактных пускателей ПБР-2М.	
	37. Назначение, виды, параметры регулирующих органов.	
	38. Назначение, виды и параметры исполнительных механизмов.	
	39. Гидравлические и пневматические исполнительные механизмы.	
	40. Общая характеристика электрических исполнительных механизмов. Однооборотные исполнительные механизмы типа МЭО.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>10</b>
	<b>В том числе, лабораторных работ:</b>	2
	14. Лабораторная работа: Настройка механизмов МЭО.	
<b>Тема 1.14</b> Осуществление анализа имеющихся решений для выбора программного обеспечения для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания.	<b>Содержание</b>	<b>24</b>
	1. Понятие автоматизированного проектирования. Цель автоматизации проектирования.	
	2. Принципы автоматизированного проектирования.	
	3. Методы и средства автоматизации проектирования.	
	4. Комплекс средств автоматизированного проектирования.	
	5. Содержание технических заданий на проектирование.	
	6. Правила оформления технических заданий на проектирование.	
	7. Современное программное обеспечение для создания и выбора систем автоматизации.	
	8. Критерии выбора современного программного обеспечения для моделирования элементов систем автоматизации.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>16</b>
	<b>В том числе, практических работ:</b>	8

	1. Практическая работа: Проведение анализа имеющихся решений по выбору программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации.	
	2. Практическая работа: Проведение анализа имеющихся решений по выбору программного обеспечения для тестирования модели элементов систем автоматизации.	
	3. Практическая работа: Осуществление выбора и применения программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации на основе технического задания.	
	4. Практическая работа: Осуществление выбора и применения программного обеспечения для тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания.	
Тема 1.15 Разработка виртуальной модели элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания.	<b>Содержание</b>	<b>18</b>
	1. Теоретические основы моделирования отдельных элементов систем автоматизации.	
	2. Общие принципы моделирования систем автоматизации.	
	3. Математическое моделирование.	
	4. Методики построения виртуальных моделей.	
	5. Программное обеспечение для построения виртуальных моделей.	
	6. Методики разработки и внедрения управляющих программ для тестирования разработанной модели элементов систем автоматизированного оборудования, в том числе с применением CAD/CAM/CAE систем.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>14</b>
	<b>В том числе, практических работ:</b>	<b>6</b>
	Практическая работа: Разработка виртуальных моделей элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания с применением прикладных программ (CAD/CAM – системы).	
<b>Курсовая работа</b> Тема: «Проект разработки и компьютерного моделирования систем автоматического регулирования и управления объектов автоматизации с формированием пакета технической документации»		<b>30</b>
<b>Практической подготовки</b>		<b>30</b>
<b>Самостоятельная работа при изучении раздела 1.1:</b> 1. Изучение учебной и справочной литературы. 2. Подготовка презентации по теме «Описание процесса выбора программного обеспечения для проектирования виртуальной модели». 3. Подготовка презентации по теме «Обзор программного обеспечения для выстраивания виртуальной модели».		<b>6</b>
<b>Промежуточная аттестация по МДК.01.01 (экзамены в 5 и 6 семестрах)</b>		<b>12</b>
<b>Консультации к экзамену по профессиональному модулю ПМ.01</b>		<b>12</b>
<b>Раздел 1.2 Тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации с формированием пакета технической документации.</b>		<b>168</b>
<b>МДК.01.02 Тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации с формированием пакета технической документации.</b>		<b>168</b>
	<b>Содержание</b>	<b>14</b>

<b>Тема 1.1</b> Проведение виртуального тестирования разработанной модели элементов систем автоматизации для оценки функциональности компонентов.	1. Основы технической диагностики средств автоматизации. Основные понятия, термины и определения. Задачи технической диагностики.	
	2. Методы и средства диагностики.	
	3. Тестовое и функциональное диагностирование.	
	4. Основы оптимизации работы компонентов средств автоматизации.	
	5. Состав, функции и возможности использования средств информационной поддержки элементов систем автоматизации на всех стадиях жизненного цикла (CALS-технологии).	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>6</b>
	<b>В том числе, практических работ:</b>	4
	1. Практическая работа: Проведение виртуального тестирования разработанной модели различных элементов систем автоматизации.	
<b>Тема 1.2</b> Разработка и тестирование пневматических систем управления.	<b>Содержание</b>	<b>36</b>
	1. Структура пневматической системы и последовательность прохождения сигнала.	
	2. Производство и распределение сжатого воздуха: компрессор, ресивер сжатого воздуха, осушитель воздуха, фильтр сжатого воздуха, Маслораспылитель, регулятор давления (редукционный клапан).	
	3. Исполнительные устройства. Цилиндры со штоком. Устройство цилиндра. Цилиндр одностороннего и двустороннего действия. Демпфирование.	
	4. Управляющие элементы. Пневматические распределители. Основные типы распределителей. Функциональная схема распределителя. Способы управления распределителем.	
	5. Пневматические аппараты: обратные клапаны, регуляторы расхода, клапаны давления, комбинированные клапаны.	
	6. Логико-вычислительные элементы: логические функции «И», «ИЛИ».	
	7. Условные графические обозначения пневматических элементов и стандарты в области пневмоавтоматики.	
	8. Методы проектирования пневматических систем.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>30</b>
	<b>В том числе, лабораторных работ:</b>	20
	1. Лабораторная работа: Прямое управление цилиндром одностороннего действия.	
	2. Лабораторная работа: Непрямое управление цилиндром одностороннего действия.	
	3. Лабораторная работа: Прямое управление цилиндром двустороннего действия.	
	4. Лабораторная работа: Непрямое управление цилиндром двустороннего действия.	
	5. Лабораторная работа: Реализация логических функций в пневматических системах управления.	
	6. Лабораторная работа: Схемы с памятью и регулируемой скоростью цилиндра.	

	7. Лабораторная работа: Реализация схем с применением клапана быстрого выхлопа.	
	8. Лабораторная работа: Управление по давлению.	
	9. Лабораторная работа: Реализация схем с применением клапана выдержки времени.	
	10. Лабораторная работа: Управление несколькими исполнительными устройствами.	
Тема 1.3 Разработка и тестирование электропневматических систем управления.	<b>Содержание</b>	<b>24</b>
	1. Структура электропневматической системы.	
	2. Элементы и блоки подсистемы ввода и обработки электрических сигналов.	
	3. Распределители с электромагнитным управлением. Конструкция и принцип работы. Основные способы управления.	
	4. Реализация логических функций в релейно-контактных схемах.	
	5. Условные обозначения и стандарты в области электропневмоавтоматики.	
	6. Проектирование электропневматических систем управления. Правила построения принципиальных электропневматических схем. Жизненный цикл электропневматической системы.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>18</b>
	<b>В том числе, лабораторных работ:</b>	12
	1. Лабораторная работа: Управление цилиндром одностороннего действия в электропневматических системах управления.	
	2. Лабораторная работа: Управление цилиндром двустороннего действия в электропневматических системах управления.	
	3. Лабораторная работа: Управление пневмоцилиндрами по положению: автоматический возврат, повторяющиеся движения, удержание в крайнем положении.	
	4. Лабораторная работа: Реализация логических функций «И», «ИЛИ» в релейно-контактных системах управления.	
	5. Лабораторная работа: Управление пневмоцилиндрами по времени.	
	6. Лабораторная работа: Управление последовательностью с запоминанием сигналов с помощью распределителей с двусторонним управлением.	
Тема 1.4 Разработка и тестирование гидравлических систем управления	<b>Содержание</b>	<b>16</b>
	1. Физические основы гидравлики. Рабочие жидкости. Структура гидравлической системы. Классификация насосов. Конструкции и принцип действия насосов.	
	2. Конструкции и принцип действия распределительно-регулирующей аппаратуры и исполнительных элементов.	
	3. Типовые схемы управления.	
	4. Устройство и основные условные обозначения гидравлических схем: чтение и интерпретация. Жизненный цикл гидравлической системы.	
	<b>Практической подготовки</b>	<b>12</b>
	<b>В том числе, лабораторных работ:</b>	8
	1. Лабораторная работа: Снятие характеристики насоса.	

	2. Лабораторная работа: Снятие характеристики напорного клапана.	
	3. Лабораторная работа: Принцип работы редуccionного клапана.	
	4. Лабораторная работа: Сборка гидравлических схем с регулированием скорости.	
Тема 1.5 Разработка и тестирование электрогидравлических систем управления	<b>Содержание</b>	14
	1. Структура электрогидравлической системы. Устройства ввода, обработки и преобразования электрических сигналов.	
	2. Схемная реализация логических функций.	
	3. Условные обозначения и стандарты в области электрогидравлики. Проектирование электрогидравлических систем управления. Правила построения принципиальных электрогидравлических схем.	
	<b>Практической подготовки</b>	12
	<b>В том числе, лабораторных работ:</b>	8
	1. Лабораторная работа: Прямое управление гидроцилиндром.	
	2. Лабораторная работа: Непрямое управление гидроцилиндром.	
	3. Лабораторная работа: Реализация логической функции «И» в электрогидравлических системах управления.	
	4. Лабораторная работа: Реализация логической функции «ИЛИ» в электрогидравлических системах управления.	
Тема 1.6 Компьютерное моделирование и виртуальное тестирование пневматических и электропневматических систем управления.	<b>Содержание</b>	20
	1. Моделирование автоматических систем в среде FluidSim. Моделирование готовых блоков схем. Различные режимы моделирования.	
	2. Создание новых блоков схем. Дополнительные функции редактирования и моделирования.	
	3. Автоматическое связывание компонентов схем.	
	4. Связывание пневматических, гидравлических и электрических компонентов. Управление контактами.	
	5. Визуализация пневматических, электропневматических, гидравлических и электрогидравлических автоматических систем управления.	
	<b>Практической подготовки</b>	12
	<b>В том числе, практических работ:</b>	10
	1. Практическая работа: Моделирование и виртуальное тестирование систем управления цилиндром одностороннего действия в среде FluidSim.	
	2. Практическая работа: Моделирование и виртуальное тестирование систем управления цилиндром двустороннего действия в среде FluidSim.	
	3. Практическая работа: Моделирование и виртуальное тестирование логических функций «И», «ИЛИ» в пневматических системах управления в среде FluidSim.	
	4. Практическая работа: Моделирование и виртуальное тестирование логических функций «И», «ИЛИ» в релейно-контактных системах управления в среде FluidSim.	
	5. Практическая работа: Моделирование и виртуальное тестирование систем управление пневмоцилиндрами по времени в среде FluidSim.	

Тема 1.7 Компьютерное моделирование и виртуальное тестирование систем автоматизации на основе SCADA.	Содержание	16
	1. Общие понятия и структура SCADA-системы. Основные функциональные возможности.	
	2. Особенности SCADA как процесса управления. Особенности программной реализации SCADA систем.	
	3. Графические возможности SCADA. Основные этапы проектирования систем автоматизации на основе SCADA.	
	4. Программная система для автоматизации технологических процессов (АСУ ТП), телемеханики, диспетчеризации SCADA TRACE MODE.	
	Практической подготовки	10
В том числе, практических работ:	8	
1. Практическая работа: Изучение инструментальной среды TRACE MODE.		
Самостоятельная работа при изучении раздела 1.2		4
1. Подготовка презентации по теме «Методики тестирования элементов систем автоматизации».		
2. Подготовка презентации по теме «Функционал программных средств для тестирования алгоритма работы автоматизированных систем».		
Консультации по МДК.01.02		12
Промежуточная аттестация по МДК.01.02 (экзамен в 6 семестре)		6
Промежуточная аттестация по профессиональному модулю ПМ.01 (экзамен по модулю в 6 семестре)		6
Учебная практика		108
Виды работ по учебной практике:		
1. Выбор программного обеспечения по требованиям технического задания.		
2. Создание и тестирование моделей различных элементов систем автоматизации на основе технического задания.		
3. Применение разнообразных прикладных программ (CAD/CAM – систем) для выстраивания виртуальной модели.		
4. Разработка виртуальной модели элементов систем автоматизации.		
5. Выбор программных средств для проведения тестирования виртуальной модели.		
6. Выполнение работ по виртуальному тестированию разработанной модели элемента системы автоматизации.		
7. Оценка функциональности компонентов по результатам тестирования.		
8. Создание проекта моделирования САУ технологического процесса. Разработка математической модели объекта регулирования, проведение исследований.		
9. Создание проекта в SCADA TRACE MODE.		
Практической подготовки		108
Производственная практика		36
Виды работ по производственной практике:		
1. Инструктаж по технике безопасности и охране труда на рабочем месте предприятия.		
2. Изучить применяемые средства автоматизации, участвующих в технологических процессах цеха, производственного участка.		
3. Составить общую схему АСУ цеха, производственного участка.		
4. Изучить объект автоматизации на производственном участке.		
5. Описать основные характеристики САУ.		

6. Выполнить анализ работы существующих средств САУ технологических процессов цеха.	
<b>Практической подготовки</b>	<b>36</b>
<b>Всего</b>	<b>632</b>

### **3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

#### **3.1 Материально-техническое обеспечение**

Оборудование учебного кабинета «Типовых узлов и средств автоматизации»: посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя.

Технические средства обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, проектор, программное обеспечение общего и профессионального назначения, комплекты учебно-методической документации.

Доска меловая.

Оборудование учебного кабинета «Кабинет курсового, дипломного проектирования и управления проектной деятельностью» и рабочих мест кабинета: проектор с компьютером с установленными на автоматизированном рабочем месте преподавателя средствами системы автоматизированного проектирования (CAD/CAM/CAE), включающих модули графического построения, в том числе 3D (КОМПАС-3D v18), модуль симуляции работы спроектированных систем автоматизации (элементы FluidSim).

Печатающие устройства формата A1, A2, A3, A4.

Копирующие устройства.

Оборудование лабораторий: «Лаборатория автоматического управления и автоматизированных технологических процессов», «Лаборатория пневматических приводов и пневмоавтоматики», «Лаборатория гидравлики, элементов гидравлических приводов, монтажа, наладки, испытания, диагностики гидравлических устройств и систем».

Наглядные пособия, плакаты, электронные плакаты «Автоматизированные системы управления на основе микропроцессорных технологий», «Пневмопривод и пневмоавтоматика. Компрессорная техника», схемы, иллюстрирующие технологические процессы, устройство и принцип работы технологического оборудования.

#### **3.2 Информационное обеспечение реализации программы**

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы, рекомендуемые для использования в образовательном процессе.

##### **3.2.1 Печатные издания<sup>1</sup>**

###### **Основные источники:**

1. Акопов, А. С. Компьютерное моделирование: учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. С. Акопов. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 389с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-10712-8. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/475883>.

2. Боев, В. Д. Компьютерное моделирование систем: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Д. Боев. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 253 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-10710-4 - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/473033>.

---

<sup>1</sup> Образовательная организация вправе уточнить список используемых изданий при реализации программы, дополнив его новыми изданиями и/или выбрав в качестве основного одно из предлагаемых в примерной программе, из расчета одно издание по профессиональному модулю.



3. Боресков, А. В. Компьютерная графика: учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. В. Боресков, Е. В. Шикин. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 219 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-11630-4. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/476345>.
4. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления: учебник для среднего профессионального образования / И. Ф. Бородин, С. А. Андреев. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 386 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-08655-3. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/472233>.
5. Ким, Д. П. Основы автоматического управления: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Д. П. Ким. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 276 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-11687-8. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/476364>.
6. Шишмарёв, В. Ю. Автоматика: учебник для среднего профессионального образования / В. Ю. Шишмарёв. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 280 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-09343-8. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/473405>.
7. Щагин, А.В. Основы автоматизации технологических процессов: учебное пособие для среднего профессионального образования / А. В. Щагин, В. И. Демкин, В. Ю. Кононов, А. Б. Кабанова. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 163 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-03848-4. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/468397>.

#### Дополнительные источники:

1. Андреев, С.М. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / С.М. Андреев, Б.Н. Парсункин. – М.: Издательский центр «Академия», 2016. – 272 с. - ISBN 978-5-4468-1768-9. - Текст: электронный. - [https://is.suvc.ru/pluginfile.php/291865/mod\\_resource/content/1/95.pdf](https://is.suvc.ru/pluginfile.php/291865/mod_resource/content/1/95.pdf).
2. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления: учебник для среднего профессионального образования / И. Ф. Бородин, С. А. Андреев. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 386 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-08655-3. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/472233>.
3. Коломейцева, М. Б. Основы импульсной и цифровой техники: учебное пособие для среднего профессионального образования / М. Б. Коломейцева, В. М. Беседин, Т. В. Ягодкина. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 124 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-08722-2. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/474225>.
4. Коломейцева, М. Б. Системы автоматического управления при случайных воздействиях: учебное пособие для среднего профессионального образования / М. Б. Коломейцева, В. М. Беседин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 104 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-11532-1. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/475837>.
5. Мамонова, Т. Е. Информационные технологии. Лабораторный практикум: учебное пособие для среднего профессионального образования / Т. Е. Мамонова. - Москва: Издательство

Юрайт, 2021. - 178 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-07791-9. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/474747>.

6. Пищухина, Т. А. Основы автоматического управления: учебно-методическое пособие для СПО / Т. А. Пищухина. - Саратов: Профобразование, 2020. - 93 с. - ISBN 978-5-4488-0624-7. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/92133.html>.

7. Рачков, М. Ю. Автоматизация производства: учебник для среднего профессионального образования / М. Ю. Рачков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 182 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-12973-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/475596>.

8. Рогов, В. А. Технические средства автоматизации и управления: учебник для среднего профессионального образования / В. А. Рогов, А. Д. Чудаков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 352 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-09807-5. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/472493>.

9. Сафиуллин, Р. К. Основы автоматики и автоматизация процессов: учебное пособие для среднего профессионального образования / Р. К. Сафиуллин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 146 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-08256-2. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/473108>.

10. Селезнев, В. А. Компьютерная графика: учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 218 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-08440-5. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/471213>.

11. Серебряков, А. С. Автоматика: учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. С. Серебряков, Д. А. Семенов, Е. А. Чернов; под общей редакцией А. С. Серебрякова. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 431 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-10345-8. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/475644>.

12. Советов, Б. Я. Компьютерное моделирование систем. Практикум: учебное пособие для среднего профессионального образования / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 295 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-10676-3. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/477510>.

13. Терёхин, В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода в Simulink: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Б. Терёхин, Ю. Н. Дементьев. - Москва: Издательство Юрайт, 2020. - 306 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-06993-8. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/455451>.

14. Троценко, В. В. Системы управления технологическими процессами и информационные технологии: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Троценко, В. К. Федоров, А. И. Забудский, В. В. Комендантов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 136 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-09939-3. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/473093>.

15. Шишмарёв, В. Ю. Диагностика и надежность автоматизированных систем: учебник для среднего профессионального образования / В. Ю. Шишмарёв. - 2-е изд. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 341 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-13629-6. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/475872>.

16. Шишмарёв, В. Ю. Технические измерения и приборы: учебник для среднего профессионального образования / В. Ю. Шишмарёв. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 377 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-11997-8. -

Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/475847>.

17. Федотов, А. В. Основы автоматического управления: учебник для СПО / А. В. Федотов. - Саратов, Москва: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. - 165 с. - ISBN 978-5-4488-0798-5, 978-5-4497-0460-3. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/93073.html>.

18. Хейфец, А.Л. Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 1: учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева; под редакцией А. Л. Хейфеца. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 328 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-07976-0. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/474777>.

19. Ягодкина, Т. В. Основы автоматического управления: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 470 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-11688-5. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/476365>.

#### 4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код и наименование профессиональных компетенций, формируемых в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
ПК 1.1. Осуществлять анализ имеющихся решений для выбора программного обеспечения для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания.	-анализирует имеющиеся решения по выбору программного обеспечения для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации; -выбирает и применяет программное обеспечение для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания; -создает и тестирует модели элементов систем автоматизации на основе технического задания	Экспертное наблюдение выполнения практических работ на учебной и производственной практиках: оценка процесса оценка результатов
ПК 1.2. Разрабатывать виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания.	-разрабатывает виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания; -использует методику построения виртуальной модели; -использует пакеты прикладных программ (CAD/CAM – системы) для разработки виртуальной модели элементов систем автоматизации; -использует автоматизированные рабочие места техника для разработки виртуальной модели элементов систем автоматизации на	Экспертное наблюдение выполнения практических работ на учебной и производственной практиках: оценка процесса оценка результатов

	основе выбранного программного обеспечения и технического задания	
ПК 1.3. Проводить виртуальное тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации для оценки функциональности компонентов.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-проводит виртуальное тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации;</li> <li>-проводит оценку функциональности компонентов;</li> <li>-использует автоматизированные рабочие места техника для виртуального тестирования разработанной модели элементов систем автоматизации для оценки функциональности компонентов</li> </ul>	Экспертное наблюдение выполнения практических работ на учебной и производственной практиках: оценка процесса оценка результатов
ПК 1.4. Формировать пакет технической документации на разработанную модель элементов систем автоматизации.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-использует пакеты прикладных программ (CAD/CAM – системы) для разработки технической документации на проектирование элементов систем автоматизации;</li> <li>-оформляет техническую документацию на разработанную модель элементов систем автоматизации, в том числе с использованием средств САПР;</li> <li>-читает и понимает чертежи и технологическую документацию</li> </ul>	Экспертное наблюдение выполнения практических работ на учебной и производственной практиках: оценка процесса оценка результатов

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«Южно-Уральский многопрофильный колледж»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**К ПРАКТИЧЕСКИМ И ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**  
**МДК 01.02 Тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации**  
**с формированием пакета технической документации**

**ПМ 01** Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации  
с учетом специфики технологических процессов  
для студентов специальности по **ТОП-50**

**15.02.14** Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств  
(по отраслям)

Челябинск, 2022 г.

**ОДОБРЕНО:**

цикловой методической комиссией

ОС и МТ

специальностей ОС и МТ

Председатель ЦМК

И.В. Ефимова

Протокол № 1 от «01» сентября 2022 г.

Составитель:

И.В. Ефимова, преподаватель ГБПОУ «Южно-Уральский многопрофильный колледж»

Методические указания к практическим и лабораторным работам разработаны на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ.01 Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов.

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку студентов к освоению междисциплинарного курса МДК.01.02, а также на подготовку к модулю «Проектирование и изменение цепи» демонстрационного экзамена в среде FluidSim по компетенции «Промышленная автоматика» основной профессиональной образовательной программы по специальности по ТОП-50 15.02.14 «Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств» и овладению профессиональными компетенциями.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

### Проведение виртуального тестирования разработанной модели различных элементов систем автоматизации

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является приобретение необходимых знаний по проведению виртуального тестирования разработанной модели различных элементов систем автоматизации с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении практической работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Изучите теоретический материал, изложенный в методических указаниях (пункт 3).
- 2) Разработайте этапы тестирования модели различных элементов систем автоматизации.

#### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Экспериментальные исследования в зависимости от метода получения знаний об объекте автоматизации различаются как экспериментирование, тестирование и диагностика.

*Лабораторные эксперименты* проводят с применением специальных моделирующих систем и установок, стендов, а также измерительных приборов и других способов изучения.

*Натурные эксперименты* имеют целью изучить функционирование процессов или системы в целом в реальных условиях с учетом воздействия разного характера случайных факторов внутренней и внешней среды. Одной из разновидностей натурного эксперимента является *производственный эксперимент*.

##### **Введение в тестирование.**

Тестирование представляет собой вид экспериментального исследования действующей системы. Для определения понятия «тестирование системы управления» используется термин «тест». *Тест* (англ. test) – проба, пробное задание, испытание, исследование. Испытать – проверить в работе, изведать на опыте. *Тестировать* – это осуществлять тесты, иначе, проводить стандартизированные, ограниченные во времени испытания определенной физической реальности. В качестве основы определения «тестирование систем управления» остановимся на положении «проверить в работе, изведать на опыте», понимая под опытом воспроизведение какого-либо явления в определенных условиях.

Тестирование системы управления означает осуществление комплекса испытательных мероприятий с целью проверки и подтверждения эффективности принципов и функций, принятых при проектировании системы, полноты выполнения задач, ради которых она создавалась, и качества управления. Под испытательными мероприятиями понимаются способы познания объекта, позволяющие получить исходную информацию о результатах его функционирования в определенных условиях. В итоге, тестирование – это метод исследования системы управления, при котором объект изучается без вмешательства в него, а измеряются лишь его свойства и параметры и анализируется (устанавливается) характер их изменения.

Концептуально от тестирования ожидают решения таких задач, как:

- 1) оценка «правильности» функционирования отдельных элементов и системы в целом;
- 2) определение качества управления – эффективности, устойчивости, адаптивности и надежности, и тех характеристик элементов и системы в целом, которые влияют на показатели перечисленных свойств системы;
- 3) определение отдельных второстепенных оценок, значимость которых выявляет в процессе анализа результатов решения первой и второй задач.

#### **Организация тестирования системы.**

Понятие «*правильность*» функционирования является многоаспектным. Здесь следует выделить основные положения или принципы, согласно которым можно считать, что система функционирует «правильно».

*Проверка и подтверждение функционального соответствия* исследуемой системы или отдельной ее части основаны на измерении количественных и качественных ее характеристик и на последующей оценке или распознавании их соответствия некоторому множеству параметров и критериев.

*Измерение количественных характеристик* – это процесс определения отношения измеряемой величины и величины, принятой за единицу измерения. Полученное в результате измерения число (выражающее такое отношение) называется числовым значением измеряемой величины.

*Измерение качественных характеристик* – это способ упорядочения информации, при котором система чисел и отношений между ними ставится в соответствие ряду измеряемых фактов, или это процесс приписывания количественной определенности изучаемым качественным признакам. Измерительные процедуры качественных признаков – опрос, тест, рейтинг, экспертные оценки, ранжирование, а инструмент – внешние признаки измеряемых свойств.

В исследовании систем выделяют автономное и комплексное тестирование, причем первое, как правило, предшествует второму.



*Автономное тестирование* направлено на подробное обследование процессов и представляет собой необходимую стадию, без которой не могут быть успешно проведены комплексные испытания системы. Кроме того, автономное тестирование позволяет освободить комплексное от ненужных деталей, сделать их в необходимой степени обозримыми и наглядными, а также сократить объем информации, подлежащей регистрации и обработке.

*Комплексное тестирование* организационной системы предназначается в основном для оценки общесистемных параметров, характеризующих ее экономическую состоятельность. В то же время на стадии тестирования обычно приходится регистрировать и основные параметры процессов управления, несмотря на то, что они уже тестированы в процессе автономных испытаний. Это объясняется тем, что в процессе взаимодействия каждый из процессов под влиянием новой среды, согласно принципу целостности, утрачивает часть своего потенциала, своих возможностей.

Тестирование может проводиться непосредственно с действующей системой или ее процессами (объектами), тогда оно называется *натурным тестированием*, или с моделью системы и моделями ее процессов (объектов) – *компьютерное тестирование* (или *вычислительная имитация*).

### **Методология тестирования системы.**

Методологию тестирования можно представить в виде последовательности определенных этапов:

*Этап I.* Разработка (или выбор) методики тестирования в виде комплекса приемов или способов экспериментального исследования включает:

- а) цели и задачи тестирования;
- б) параметры и характеристики системы или ее элементов, подлежащих измерению, регистрации, опросу;
- в) построение модели изучаемого объекта (процесса, функции, системы в целом) тестирования;
- г) последовательность автономных испытаний элементов и этапов комплексных испытаний системы;
- д) обоснование способов, средств и методов измерения;
- е) обоснование необходимой точности и частоты регистрации данных;
- ж) методы обработки и анализа данных, полученных при испытаниях.

*Этап II.* Составление плана-программы организации тестирования как самостоятельного этапа исследования.

*Этап III.* Разработка инструкции по исполнению тестирования.

*Этап IV.* Интерпретация результатов и подведение итогов тестирования.

Особое внимание при разработке методики уделяется методам сбора информации и математическим методам обработки и анализа опытных данных.

#### **4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

Разработайте этапы тестирования модели выбранного элемента системы автоматизации.

#### **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1) Защите практическую работу.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2**

### **Оценка функциональности компонентов разработанной модели элементов систем автоматизации**

#### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью работы является приобретение необходимых знаний по оценке функциональности компонентов разработанной модели элементов систем автоматизации с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала.

#### **2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

При выполнении практической работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Изучите теоретический материал, изложенный в методических указаниях (пункт 3).
- 2) Создайте систему критериев оценки функциональности компонентов разработанной автоматической системы регулирования и управления, которая позволит решить поставленную задачу.

#### **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Оценка компонентов модели элементов систем автоматизации основано на доказательстве суждение о пригодности системы для определенного целевого назначения или класса целевых назначений.

Для оценки необходимо:

- определить критичность соответствующих свойств системы автоматизации;
- спланировать определение (оценку) соответствующих свойств системы на основе экономического принципа "цена - целесообразность" для усилий по реализации этих свойств.

При проведении оценки компонентов модели элементов систем автоматизации следует стремиться к получению максимальной обоснованности пригодности системы с учетом целесообразной стоимости и ограничений по времени.

Оценка может быть выполнена только в том случае, если целевое назначение сформулировано (или задано), или если оно может быть представлено гипотетически. В случае отсутствия назначения оценка не может быть выполнена.

При подготовке к оценке может быть установлено, что определение границ компонентов модели элементов систем автоматизации является слишком узким. Например, для средства с двумя или более версиями совместного пользования системы управления, например, сети, необходимо

учитывать вопросы сосуществования и функциональной совместимости. Такая система должна включать в себя как "новые", так и "старые" системы. То есть, система должна изменять свои границы, чтобы включать в себя достаточный объем другой системы для решения требуемых от нее задач.

#### **4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

Для выполнения индивидуального задания необходимо:

1) рассмотреть задачу выбора эффективных вариантов построения автоматической системы регулирования и управления.

2) создать систему критериев оценки функциональности компонентов разработанной автоматической системы регулирования и управления, которая позволит решить поставленную задачу, заполнив таблицу 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование критерия	Описание критерия
1.	Функциональность	
2.		
....		

Для данного задания автоматическая система регулирования и управления должна обеспечивать:

- сбор информации о состоянии технологических процессов;
- формирование управляющего воздействия на объект управления.

#### **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1) Защите практическую работу.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

### Прямое управление цилиндром одностороннего действия

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике системы прямого управления цилиндром одностороннего действия на базе пневматических средств автоматизации.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте принципиальную схему прямого управления цилиндром одностороннего действия на базе пневматических средств автоматизации. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления цилиндром одностороннего действия на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику пневматической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы пневматической системы, используя ее принципиальную схему.

#### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Самым многочисленным типом исполнительных устройств являются цилиндры со штоком для реализации прямолинейного движения. Они характеризуются низкой стоимостью, легкостью монтажа, простотой и прочностью конструкции, а также широким диапазоном основных параметров.

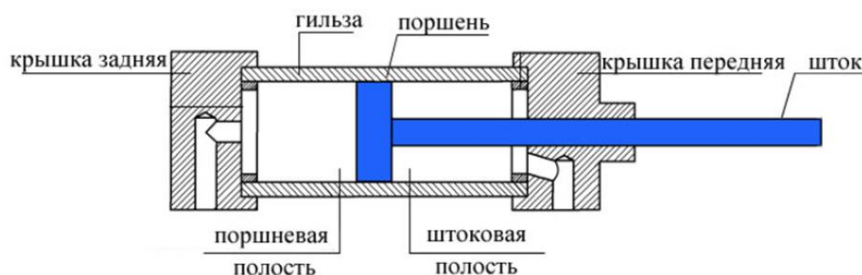


Рисунок 1 - Основные компоненты пневматического цилиндра

Гильза - цилиндрическая камера, к которой перемещается поршень. Внутренний диаметр гильзы определяется диаметром поршня, длина гильзы - ходом поршня.

Поршень - подвижная часть пневмоцилиндра, перемещается в гильзе, разделяя полости пневмоцилиндра. Герметичное разделение камер происходит благодаря поршневым уплотнениям.

Шток - деталь, которая соединена с поршнем и позволяет передать перемещение и усилие, от поршня к объекту воздействия.

Крышки пневмоцилиндра позволяют обеспечить герметичность рабочей камеры. Задняя крышка обеспечивает уплотнение в поршневой полости, передняя - в штоковой. Соответственно в передней крышке должно быть выполнено отверстие для штока, герметичность при движении штока обеспечивается штоковым уплотнением. Отверстия для подвода и отвода воздуха располагаются в передней и задней крышках цилиндра.

Поршневая полость - камера между поршнем и задней крышкой.

Штоковая полость - пространство между поршнем и передней крышкой.

В пневматических цилиндрах одностороннего действия сжатый воздух подается только в одну полость - поршневую, обратный ход осуществляется за счет пружины, или под действием какой-либо другой силы.



Рисунок 2 – Пневмоцилиндр одностороннего действия

Простейшим управлением цилиндрами одностороннего действия является прямое управление. При этом управление цилиндром осуществляется непосредственно (прямо) с помощью распределителя, приводимого в движение мускульной или механической силой без дополнительного усиления сигнала управления.

Ориентировочные границы применения прямого управления пневматическим цилиндром:

- цилиндр с диаметром поршня менее 40 мм;
- управляющий распределитель с условным проходом присоединительного канала менее 1/4.

Процесс проектирования пневматической системы состоит из нескольких этапов. Для получения хороших результатов важно составить подробную документацию. При этом должны приниматься во внимание все действующие нормы и обозначения.

Разработка пневматической системы должна проводиться с помощью алгоритмического процесса проектирования.

#### **Этапы разработки пневматической системы:**

- 1) *Анализ.* Первым шагом является определение функционального назначения системы.
- 2) *Проектирование.* Разработка проекта включает два этапа:
  - а) на первом этапе разрабатывается эскизный проект системы, в рамках которого выбираются основные компоненты системы и источники энергоснабжения.
  - б) на втором этапе проектирования разрабатывается технический проект, в рамках которого ведется:
    - разработка пневматической системы, включая определение параметров и выбор аппаратуры;
    - разработка документации;
    - уточнение дополнительных требований к системе;
    - составление плана реализации проекта;
    - составление перечня элементов и спецификации;
    - проведение расчетов стоимости.
- 3) *Реализация проекта.* Перед монтажом системы на объекте управления должно быть полностью проверено функционирование системы. После окончательного монтажа установки необходимо еще раз провести функциональное тестирование системы. Для того чтобы быть уверенным в полной работоспособности системы, необходимо проверить все ожидаемые режимы работы.
- 4) *Оценка системы.* После завершения процесса наладки и пуска системы сравниваются ее фактические параметры с данными технического задания.

#### **4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

##### *Постановка задачи.*

Деталь должна быть выдвинута из приспособления посредством цилиндра одностороннего действия. Скорость возвращения и процесс контроля не существенны.

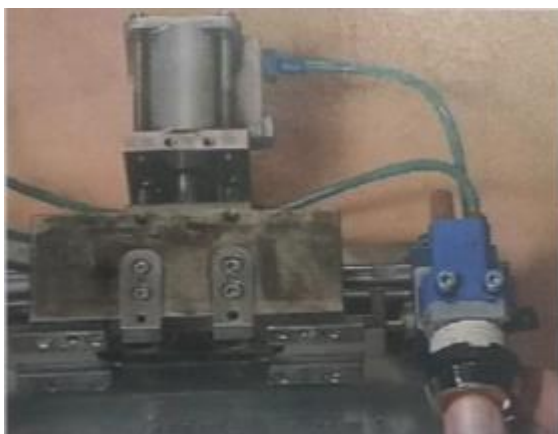


Рисунок 3 - Эскиз объекта управления

Данная задача реализуется с помощью цилиндра одностороннего действия. Шток поршня цилиндра одностороннего действия должен выдвигаться при нажатии пневмокнопки и автоматически возвращаться в исходное положение, если пневмокнопка отпускается.

Управление цилиндром одностороннего действия осуществляется от 3/2-распределителя с ручным приводом. Если пневмокнопка нажата, то распределитель переключается из исходного положения в положение "Питание включено".

Пневматическая система состоит из:

- цилиндра одностороннего действия с пружинным возвратом;
- 3/2-распределителя (нормально закрытый) с ручным управлением и пружинным возвратом;
- линии питания, присоединенной к 3/2-распределителю;
- пневмолинии между распределителем и цилиндром.

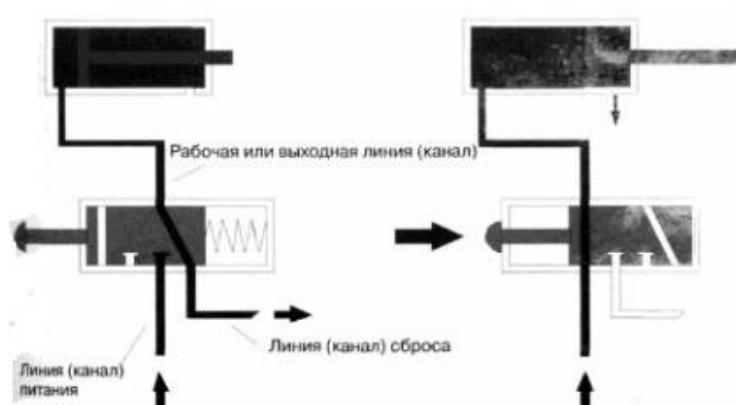


Рисунок 4 - Управление цилиндром одностороннего действия

3/2-распределитель имеет три линии (канала): линию питания, рабочую (выходную) линию и линию выхлопа (сброса).



Коммутация между этими линиями определяется позицией (положением) распределителя. Возможные положения переключения изображены на рисунке 4.

**Исходное положение.** Исходное положение (рисунок 4, слева) - положение, которое принимает система, если все коммуникации подведены, и ручное управление находится в состоянии "Выключено". В состоянии "Выключено" канал питания распределителя перекрыт и шток поршня цилиндра (под воздействием возвратной пружины) втянут. В этом положении распределителя поршневая полость соединена с окружающей средой.

**Кнопка нажата.** При нажатии кнопки запорный орган 3/2-распределителя переключается в новое положение, сжимая пружину. На схеме (рисунок 4, справа) распределитель показан в рабочем положении. В этом состоянии канал питания через распределитель соединен с поршневой полостью цилиндра. При этом рабочее давление действует против силы возвратной пружины поршня, выдвигая шток.

Если шток поршня достигает своего выдвинутого (переднего) конечного положения, то в поршневой полости цилиндра устанавливается максимальное значение давления воздуха, равное давлению питания.

**Кнопка отпущена.** Как только кнопка отпускается, возвратная пружина распределителя возвращает его в исходное положение и шток поршня втягивается.

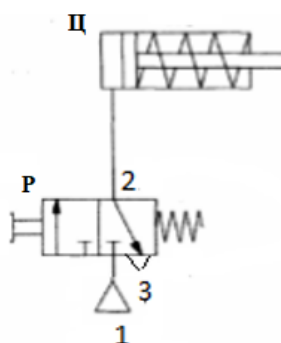


Рисунок 5 – Принципиальная схема системы

Таблица 1 – Перечень оборудования

Поз. обоз.	Наименование	Кол-во	Примечание

**Описание пневматической схемы.**

В исходном положении шток цилиндра втянут, распределитель находится в выключенном состоянии. Питание сжатым воздухом подается к каналу 1.

При нажатии на кнопку S1 воздух проходит через распределитель от канала питания 1 к выходному каналу 2 и, поступая в поршневую полость цилиндра, заставляет его поршень двигаться, преодолевая усилие пружины.

При отпускании кнопки возвратная пружина распределителя приводит его в исходное состояние, при котором полость цилиндра сообщается посредством канала 3 с атмосферой. Возвратная пружина цилиндра перемещает его шток в исходное положение.

## **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Как поведет себя шток цилиндра, если на короткое время нажать кнопку, а затем отпустить ее?
- 2) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4**

### **Непрямое управление цилиндром одностороннего действия**

#### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике системы непрямого управления цилиндром одностороннего действия на базе пневматических средств автоматизации.

#### **2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

1) Разработайте принципиальную схему непрямого управления цилиндром одностороннего действия на базе пневматических средств автоматизации. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).

2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).

3) Выполните монтаж проектируемой системы управления цилиндром одностороннего действия на лабораторном стенде FESTO.

4) Проведите настройку и диагностику пневматической системы.

5) Сделайте пошаговое описание работы пневматической системы, используя ее принципиальную схему.

#### **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Для управления цилиндрами большого диаметра или с большим потреблением сжатого воздуха применяются управляющие распределители с большим номинальным расходом. Сила, необходимая для переключения такого распределителя вручную, может оказаться довольно большой. Поэтому в таких случаях предпочтительно использовать не прямое (пилотное) управление. При этом с помощью второго распределителя меньших размеров формируется сигнал, который, управляя потоком воздуха, создает силу, достаточную для переключения управляющего распределителя (усилителя мощности). Непрямое управление используется также в тех случаях, когда:

- цилиндр должен двигаться с высокой скоростью;

- оператор значительно удален от цилиндра;
- предъявляются повышенные требования к быстродействию исполнительной подсистемы.

Процесс проектирования пневматической системы состоит из нескольких этапов. Для получения хороших результатов важно составить подробную документацию. При этом должны приниматься во внимание все действующие нормы и обозначения.

Разработка пневматической системы должна проводиться с помощью алгоритмического процесса проектирования.

#### **Этапы разработки пневматической системы:**

- 1) *Анализ.* Первым шагом является определение функционального назначения системы.
- 2) *Проектирование.* Разработка проекта включает два этапа:
  - а) на первом этапе разрабатывается эскизный проект системы, в рамках которого выбираются основные компоненты системы и источники энергоснабжения.
  - б) на втором этапе проектирования разрабатывается технический проект, в рамках которого ведется:
    - разработка пневматической системы, включая определение параметров и выбор аппаратуры;
    - разработка документации;
    - уточнение дополнительных требований к системе;
    - составление плана реализации проекта;
    - составление перечня элементов и спецификации;
    - проведение расчетов стоимости.
- 3) *Реализация проекта.* Перед монтажом системы на объекте управления должно быть полностью проверено функционирование системы. После окончательного монтажа установки необходимо еще раз провести функциональное тестирование системы. Для того чтобы быть уверенным в полной работоспособности системы, необходимо проверить все ожидаемые режимы работы.
- 4) *Оценка системы.* После завершения процесса наладки и пуска системы сравниваются ее фактические параметры с данными технического задания.

## **4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

*Постановка задачи.*

Коробки, движущиеся на конвейере, должны быть остановлены так, чтобы рабочий мог проверить их. Чтобы остановить конвейер, рабочий нажимает кнопку. Проверив коробки, рабочий нажимает на кнопку, и они транспортируются к следующей станции.

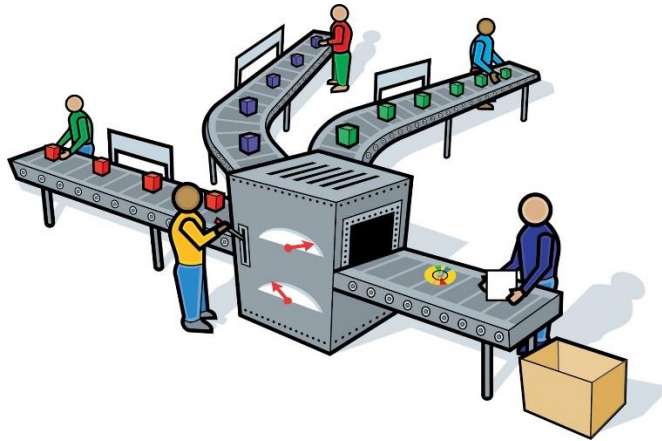


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления

Для управления цилиндром одностороннего действия необходимо использовать 3/2-распределитель (нормально открытый). Распределитель имеет ручное управление от кнопки с пружинным возвратом.

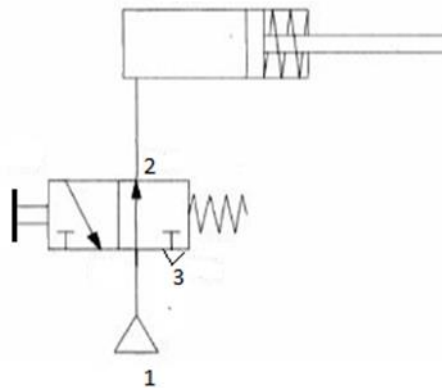


Рисунок 2 – Принципиальная схема системы

### Описание пневматической схемы.

Распределитель в исходном положении подает сжатый воздух в полость цилиндра одностороннего действия. Поэтому шток цилиндра в исходном положении выдвинут. При воздействии на кнопку распределителя рабочий объем цилиндра через каналы 2 и 3 соединяется с атмосферой. Шток цилиндра под действием возвратной пружины втягивается.

## 5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

### Прямое управление цилиндром двустороннего действия

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике системы прямого управления цилиндром двустороннего действия на базе пневматических средств автоматизации.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте принципиальную схему прямого управления цилиндром двустороннего действия на базе пневматических средств автоматизации. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления цилиндром двустороннего действия на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику пневматической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы пневматической системы, используя ее принципиальную схему.

#### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В пневмоцилиндрах *двухстороннего действия* сжатый воздух подается как в поршневую полость, так и в штоковую.

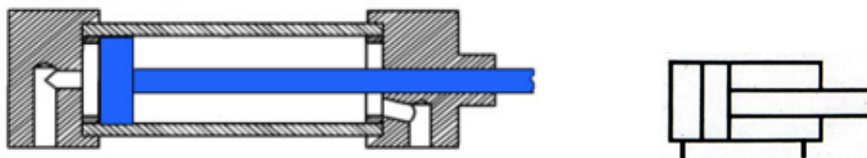


Рисунок 1 – Пневмоцилиндр двустороннего действия

Простейшим управлением цилиндрами двустороннего действия является прямое управление. При этом управление цилиндром осуществляется непосредственно (прямо) с помощью распределителя, приводимого в движение мускульной или механической силой без дополнительного усиления сигнала управления.

Разработка пневматической системы должна проводиться с помощью алгоритмического процесса проектирования.

#### **Этапы разработки пневматической системы:**

1) *Анализ.* Первым шагом является определение функционального назначения системы.

2) *Проектирование.* Разработка проекта включает два этапа:

а) на первом этапе разрабатывается эскизный проект системы, в рамках которого выбираются основные компоненты системы и источники энергоснабжения.

б) на втором этапе проектирования разрабатывается технический проект, в рамках которого ведется:

- разработка пневматической системы, включая определение параметров и выбор аппаратуры;
- разработка документации;
- уточнение дополнительных требований к системе;
- составление плана реализации проекта;
- составление перечня элементов и спецификации;
- проведение расчетов стоимости.

3) *Реализация проекта.* Перед монтажом системы на объекте управления должно быть полностью проверено функционирование системы. После окончательного монтажа установки необходимо еще раз провести функциональное тестирование системы. Для того чтобы быть уверенным в полной работоспособности системы, необходимо проверить все ожидаемые режимы работы.

4) *Оценка системы.* После завершения процесса наладки и пуска системы сравниваются ее фактические параметры с данными технического задания.

## **4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

### *Постановка задачи.*

Коробки транспортируются от производства до склада. У коробок есть два различных штрих-кода. В зависимости от соответствующего штрих-кода коробки транспортируются к различным секциям склада. Если достигается требуемая секция, то коробка перегружается на соответствующий ленточный конвейер.

Это упражнение требует применение цилиндра двустороннего действия с управление от кнопки с фиксацией с тем, чтобы во время перегрузки коробки, не принимающей ленточный конвейер, было бы исключено постоянное удержание обычной кнопки. Это важно, когда время перегрузки коробки с одного конвейера на другой является достаточно продолжительным.

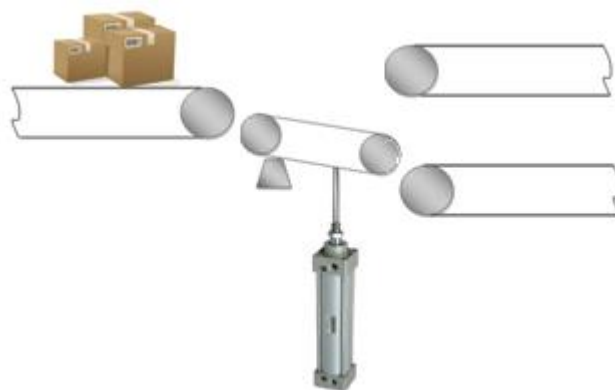


Рисунок 2 - Эскиз объекта управления

Для управления цилиндром двустороннего действия необходимо использовать 5/2-распределитель. Распределитель имеет ручное управление от кнопки с фиксацией.

**Исходное положение** - положение, которое принимает система, если все коммуникации проведены и ручное управление находится в состоянии "Выключено". В состоянии "Выключено" штоковая полость цилиндра соединена с каналом питания, а поршневая полость – с окружающей средой.

**Кнопка нажата.** При нажатии кнопки запорный орган 5/2-распределителя переключается в новое положение, сжимая пружину. В этом состоянии канал питания через распределитель соединен с поршневой полостью цилиндра, а штоковая полость - с окружающей средой. При этом рабочее давление в поршневой полости обеспечивает выдвижение штока поршня. Если шток поршня достигает своего выдвинутого (переднего) конечного положения, то в поршневой полости цилиндра устанавливается максимальное значение давления, равное давлению питания.

**Кнопка отпущена.** Как только кнопка отпускается, возвратная пружина распределителя возвращает его в исходное положение. Штоковая полость соединяется с каналом питания, и шток втягивается. Воздух из поршневой полости вытесняется в окружающую среду.

**Примечание:** Скорости выдвижения и втягивания штока поршня в общем случае будут неодинаковыми. Причиной этого является то, что объем поршневой полости цилиндра больше, чем объем штоковой полости. При выдвижении штока в цилиндр необходимо подать больше воздуха, чем при его втягивании. Поэтому скорость втягивания выше, чем скорость выдвижения при одинаковых нагрузках на шток.



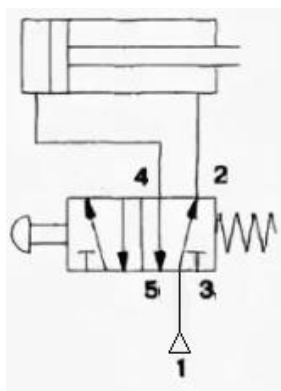


Рисунок 3 – Принципиальная схема системы

### **Описание пневматической схемы.**

В исходном положении шток цилиндра втянут, распределитель находится в выключенном состоянии. Питание сжатым воздухом подается к каналу 1. Штоковая полость цилиндра соединена с каналом питания, а поршневая полость – с окружающей средой.

При нажатии на кнопку, распределитель переключается так, что поршневая полость цилиндра посредством канала 4 соединяется с линией питания 1, и шток поршня выдвигается.

Если кнопку распределителя отпустить, то распределитель переключится, воздух поступит в штоковую полость цилиндра и шток поршня втягивается.

## **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

### Непрямое управление цилиндром двустороннего действия

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике системы непрямого управления цилиндром двустороннего действия на базе пневматических средств автоматизации.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте принципиальную схему непрямого управления цилиндром двустороннего действия на базе пневматических средств автоматизации. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления цилиндром двустороннего действия на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику пневматической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы пневматической системы, используя ее принципиальную схему.

#### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

##### Этапы разработки пневматической системы:

- 1) *Анализ.* Первым шагом является определение функционального назначения системы.
- 2) *Проектирование.* Разработка проекта включает два этапа:
  - а) на первом этапе разрабатывается эскизный проект системы, в рамках которого выбираются основные компоненты системы и источники энергоснабжения.
  - б) на втором этапе проектирования разрабатывается технический проект, в рамках которого ведется:
    - разработка пневматической системы, включая определение параметров и выбор аппаратуры;
    - разработка документации;
    - уточнение дополнительных требований к системе;

- составление плана реализации проекта;
- составление перечня элементов и спецификации;
- проведение расчетов стоимости.

3) *Реализация проекта.* Перед монтажом системы на объекте управления должно быть полностью проверено функционирование системы. После окончательного монтажа установки необходимо еще раз провести функциональное тестирование системы. Для того чтобы быть уверенным в полной работоспособности системы, необходимо проверить все ожидаемые режимы работы.

4) *Оценка системы.* После завершения процесса наладки и пуска системы сравниваются ее фактические параметры с данными технического задания.

#### **4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

*Постановка задачи.*

Шток цилиндра двустороннего действия должен выдвигаться при нажатии на кнопку и втягиваться после ее отпускания.

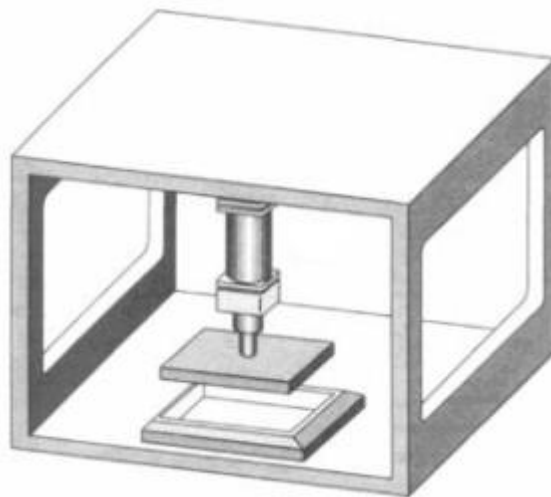


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления

#### **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Как поведет себя шток цилиндра, если на короткое время нажать кнопку, а затем отпустить ее?
- 2) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

### Реализация логических функций в пневматических системах управления

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике систем на базе пневматических логико-вычислительных элементов автоматизации.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте принципиальную схему управления на базе логико-вычислительных элементов. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику пневматической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы пневматической системы, используя ее принципиальную схему.

#### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

С помощью пневматического перекидного клапана и клапана двух давлений можно реализовать логические функции. Оба элемента имеют два входа и один выход. Выход перекидного клапана (ИЛИ-элемента) включается в том случае, если имеется, как минимум, один входной сигнал на его входах. Выход клапана двух давлений (И-элемента) включается в том случае, если имеются входные сигналы на обоих входах. Логические элементы в пневматической системе выполняют роль процессоров.

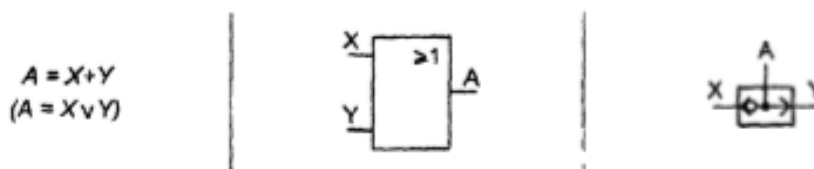
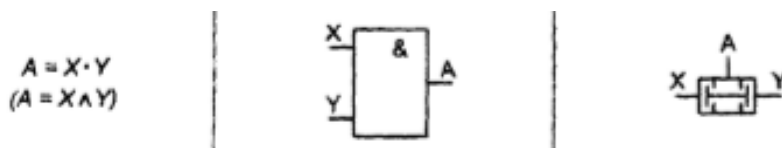


Рисунок 1 – Логическая функция «ИЛИ»



## Рисунок 2 – Логическая функция «И»

### Этапы разработки пневматической системы:

- 1) *Анализ.* Первым шагом является определение функционального назначения системы.
- 2) *Проектирование.* Разработка проекта включает два этапа:
  - а) на первом этапе разрабатывается эскизный проект системы, в рамках которого выбираются основные компоненты системы и источники энергоснабжения.
  - б) на втором этапе проектирования разрабатывается технический проект, в рамках которого ведется:
    - разработка пневматической системы, включая определение параметров и выбор аппаратуры;
    - разработка документации;
    - уточнение дополнительных требований к системе;
    - составление плана реализации проекта;
    - составление перечня элементов и спецификации;
    - проведение расчетов стоимости.
- 3) *Реализация проекта.* Перед монтажом системы на объекте управления должно быть полностью проверено функционирование системы. После окончательного монтажа установки необходимо еще раз провести функциональное тестирование системы. Для того чтобы быть уверенным в полной работоспособности системы, необходимо проверить все ожидаемые режимы работы.
- 4) *Оценка системы.* После завершения процесса наладки и пуска системы сравниваются ее фактические параметры с данными технического задания.

## 4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

### Постановка задачи №1.

Оператор может находиться около стойки с цилиндром или около панели управления, но в любом случае он должен быть в состоянии активизировать работу пневматической системы.

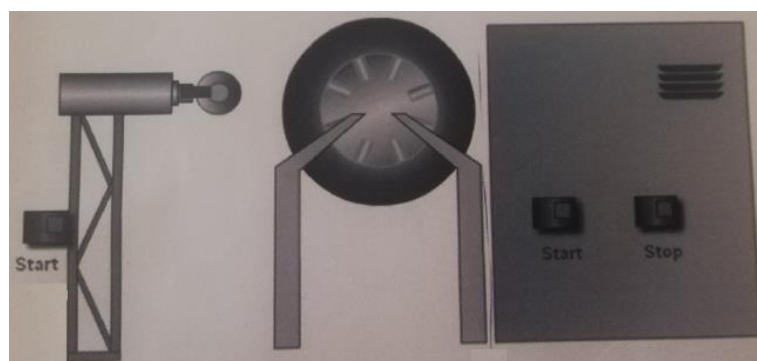


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления

*Постановка задачи №2.*

В данной ситуации из соображений безопасности оператора, поршень цилиндра должен выдвигаться при воздействии на две кнопки без фиксации одновременно.



Рисунок 2 - Эскиз объекта управления

*Постановка задачи №3.*

Ворота склада должны открываться и закрываться как изнутри, так и снаружи. Внутри и снаружи склада размещены соответственно по две пневматические кнопки для открытия и закрытия ворот. Внутри есть дополнительный пневматический распределитель для того, чтобы блокировать открытие ворот кнопками, которые установлены снаружи.

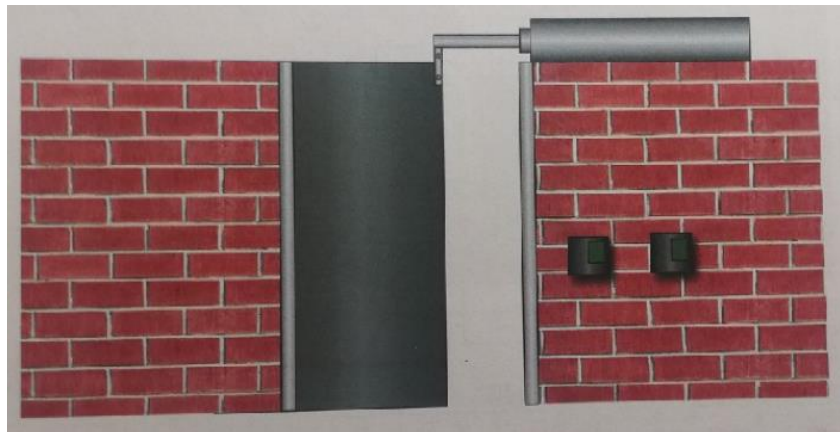


Рисунок 3 - Эскиз объекта управления

## **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

### Схемы с памятью и регулируемой скоростью цилиндра

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике систем управления с бистабильным распределителем и регулируемой скоростью цилиндра на базе пневматических средств автоматизации.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте принципиальную схему управления с бистабильным распределителем и регулируемой скоростью цилиндра. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику пневматической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы пневматической системы, используя ее принципиальную схему.

#### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Двухпозиционные пневмораспределители, которые после снятия управляющего внешнего воздействия остаются в позиции, определяемой этим воздействием, называют *бистабильными (с памятью позиции последнего переключения)*. Возврат их в исходную позицию осуществляется после подачи противоположного по значению управляющего сигнала. Данный распределитель может находиться в одной из двух возможных позиций переключения сколь угодно долго, поскольку в его конструкции отсутствуют элементы, однозначно определяющие положение запорно-регулирующего элемента.

У бистабильных распределителей с пневматическим управлением, входящих в состав пневмопривода, исходная позиция определяется не особенностями конструкции, а связями с элементами, управляющими этими аппаратами.

Так как площади управляющих поршней в бистабильных пневмораспределителях одинаковы, то в том случае, когда в обоих каналах управления распределителя присутствуют сигналы, он будет устанавливаться в позицию, определяемую сигналом, который пришел первым. Это свойство бистабильных пневмораспределителей часто используют в пневматических системах управления.

Расход сжатого воздуха регулируют с целью управления скоростью движения выходных звеньев исполнительных механизмов (чем больше расход, тем выше скорость). Простейшим элементом, позволяющим регулировать расход воздуха является *дроссель*. Управлять скоростью выходного звена пневмоцилиндров двустороннего действия можно *дресселированием воздуха* в линии нагнетания (регулирование на входе) или в выхлопной линии (регулирование на выходе).

Для примера рассмотрим регулирование скорости прямого хода (поршень движется вправо) двустороннего пневмоцилиндра. При регулировании на входе (рисунок 1, а) рабочая полость (поршневая) заполняется медленно, столь же медленно возрастает и давление в ней. В этом случае давление в рабочей полости сильно зависит от колебаний значений нагружающего усилия, а восприятие цилиндром попутной нагрузки (направление действия которой совпадает с направлением движения штока) становится практически невозможным.

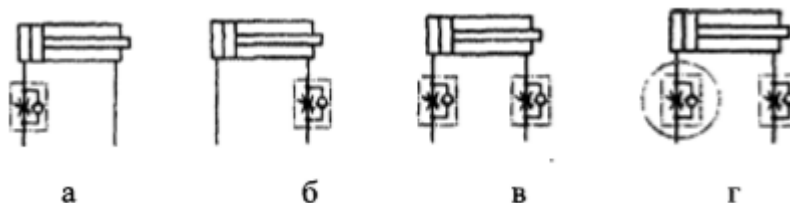


Рисунок 1 - Регулирование скорости движения штока пневмоцилиндра двустороннего действия

По этой причине скорость движения штока пневмоцилиндра двустороннего действия регулируется преимущественно на выходе (рисунок 1, б). Сжатый воздух при такой схеме включения дросселя с обратным клапаном свободно поступает в рабочую (поршневую) полость цилиндра, тогда как в выхлопной (штоковой) создается «подпор», тормозящий поршень. При этом в обеих полостях поддерживается высокий уровень давления, что обеспечивает плавный ход поршня, практически не зависящий от колебаний значения нагружающего усилия.

Для независимого регулирования скоростей прямого и обратного ходов дроссели с обратными клапанами устанавливают в обеих пневмолиниях, подсоединенных к цилиндру (рисунок 1, в). При такой схеме установки дросселей с обратными клапанами сжатый воздух свободно проходит в рабочую полость цилиндра через обратный клапан, а вытекает через дроссель, создающий сопротивление отработавшему воздуху.



При моделировании схем на лабораторном стенде, устанавливая дроссель с обратным клапаном, следует обращать внимание на направление, в котором дросселируется поток воздуха. Например, на схеме (рисунок 1, г) оба дросселя с обратным клапаном будут регулировать скорость прямого хода цилиндра, в то время как скорость обратного хода регулироваться не будет.

Из вышесказанного, на первый взгляд, можно сделать вывод о том, что исполнительный механизм будет двигаться с максимально возможной скоростью, если в его выхлопной магистрали отсутствуют дросселирующие устройства. Однако нельзя забывать, что и пневмолинии, и распределители представляют собой сопротивления на пути сжатого воздуха. Поэтому максимально возможную скорость исполнительный механизм разовьет лишь в том случае, если сброс воздуха в атмосферу будет осуществляться непосредственно за его выхлопной полостью. Реализовать этот вариант можно путем применения клапана быстрого выхлопа, который, с одной стороны, свободно пропускает сжатый воздух к исполнительному механизму, а с другой — сбрасывает отработавший воздух непосредственно в атмосферу.

Регулирование скорости движения исполнительных механизмов не ограничивается только использованием дросселей и клапанов быстрого выхлопа. Существует множество схемных решений с применением клапанов давления, дополнительных емкостей, внешних тормозных устройств и др. Все указанные способы регулирования, как правило, связаны с необходимостью размещения дополнительных устройств и поэтому обуславливают увеличение размеров, массы и стоимости привода.

#### **Этапы разработки пневматической системы:**

1) *Анализ.* Первым шагом является определение функционального назначения системы.

2) *Проектирование.* Разработка проекта включает два этапа:

а) на первом этапе разрабатывается эскизный проект системы, в рамках которого выбираются основные компоненты системы и источники энергоснабжения.

б) на втором этапе проектирования разрабатывается технический проект, в рамках которого ведется:

- разработка пневматической системы, включая определение параметров и выбор аппаратуры;
- разработка документации;
- уточнение дополнительных требований к системе;
- составление плана реализации проекта;
- составление перечня элементов и спецификации;
- проведение расчетов стоимости.

3) *Реализация проекта.* Перед монтажом системы на объекте управления должно быть полностью проверено функционирование системы. После окончательного монтажа установки необходимо еще раз провести функциональное тестирование системы. Для того чтобы быть уверенным в полной работоспособности системы, необходимо проверить все ожидаемые режимы работы.

4) *Оценка системы.* После завершения процесса наладки и пуска системы сравниваются ее фактические параметры с данными технического задания.

#### **4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

##### *Постановка задачи.*

Расплавленный металл должен поступать в форму для взятия пробы на химический анализ посредством пневматического привода. При нажатии на первую кнопку выдвигается шток цилиндра и погружает ковш в ванну. При нажатии на вторую кнопку шток цилиндра втягивается, и порция расплавленного металла заполняет форму. Обе кнопки без фиксации.

Шток цилиндра должен выдвигаться и задвигаться плавно, чтобы не было брызг расплавленного металла при взятии пробы.

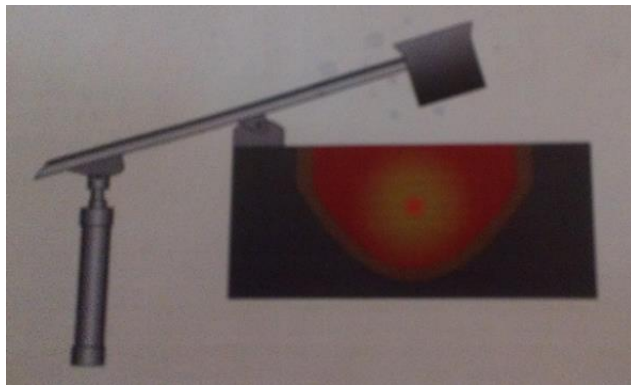


Рисунок 3 - Эскиз объекта управления

#### **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Как поведет себя шток цилиндра, если кнопка останется нажатой в тот момент, когда шток поршня достигнет своего конечного положения?
- 2) Как поведет себя шток цилиндра во время выдвижения, если концевой выключатель, управляемый от рычага с роликом, будет находиться в среднем положении хода штока?
- 3) Опишите исходное состояние системы.
- 4) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

### Реализация схем с применением клапана быстрого выхлопа

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике систем управления с клапаном быстрого выхлопа на базе пневматических средств автоматизации.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

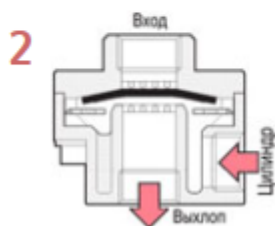
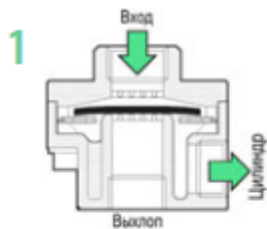
При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте принципиальную схему с применением клапана быстрого выхлопа. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику пневматической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы пневматической системы, используя ее принципиальную схему.

#### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Клапан быстрого выхлопа позволяет достичь более высоких скоростей поршня цилиндров одно- и двустороннего действия. Сжатый воздух проходит от управляющего распределителя через клапан быстрого выхлопа к цилиндру.

*Принцип действия.*



В процессе подачи в систему поток сжатого воздуха проходит сквозь клапан быстрого выхлопа, свободно пропускающего его для обеспечения перемещения поршня пневмоцилиндра. В этот момент специальная резиновая мембрана под действием сжатого воздуха перекрывает выпускное отверстие, предназначенное для сброса.

В момент, когда шток начинает двигаться в обратном направлении, давление в трубопроводе падает, в результате чего клапан быстрого выхлопа переключается. Мембрана под действием давления в цилиндре поднимается и перекрывает впускное отверстие. Воздух из пневмоцилиндра при этом быстро

сбрасывается в атмосферу через широкий выпускной канал без прохождения по трубопроводу и минуя пневмораспределитель.

В момент, когда шток начинает двигаться в обратном направлении, давление в трубопроводе падает, в результате чего клапан быстрого выхлопа переключается. Мембрана под действием давления в цилиндре поднимается и перекрывает впускное отверстие. Воздух из пневмоцилиндра при этом быстро сбрасывается в атмосферу через широкий выпускной канал без прохождения по трубопроводу и минуя пневмораспределитель.

Эффективная работа клапанов быстрого выхлопа позволяет увеличить частоту срабатывания пневматических цилиндров, а также дает возможность применять пневмораспределители с сечением проходного отверстия меньшего размера, что ведет к снижению размера и массы привода и к сокращению потерь сжатого воздуха.

Пневмоклапаны быстрого выхлопа могут быть смонтированы в любом положении, что не скажется на эффективности их работы.

#### **Этапы разработки пневматической системы:**

1) *Анализ.* Первым шагом является определение функционального назначения системы.

2) *Проектирование.* Разработка проекта включает два этапа:

а) на первом этапе разрабатывается эскизный проект системы, в рамках которого выбираются основные компоненты системы и источники энергоснабжения.

б) на втором этапе проектирования разрабатывается технический проект, в рамках которого ведется:

- разработка пневматической системы, включая определение параметров и выбор аппаратуры;
- разработка документации;
- уточнение дополнительных требований к системе;

- составление плана реализации проекта;
- составление перечня элементов и спецификации;
- проведение расчетов стоимости.

3) *Реализация проекта.* Перед монтажом системы на объекте управления должно быть полностью проверено функционирование системы. После окончательного монтажа установки необходимо еще раз провести функциональное тестирование системы. Для того чтобы быть уверенным в полной работоспособности системы, необходимо проверить все ожидаемые режимы работы.

4) *Оценка системы.* После завершения процесса наладки и пуска системы сравниваются ее фактические параметры с данными технического задания.

#### **4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

*Постановка задачи.*

При совместном срабатывании распределителя с управлением от кнопки и концевого выключателя, управляемого рычагом с роликом, гибочный инструмент наезжает на кромку заготовки и кантует материал. Инструмент приводится в движение штоком цилиндра двустороннего действия. Для повышения скорости выдвижения штока в схеме должен быть использован клапан быстрого выхлопа. Скорость втягивания штока поршня должна быть регулируемой. Если какая-либо из кнопок будет отпущена, шток цилиндра медленно возвращается в исходное положение.

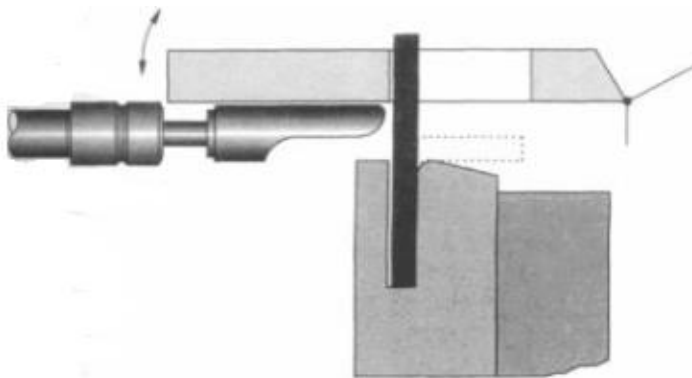


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления

#### **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Как поведет себя шток цилиндра, если после начала движения штока отпустить кнопку?
- 2) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

### Управление по давлению

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике систем управления по давлению на базе пневматических средств автоматизации.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте принципиальную схему управления по давлению. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику пневматической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы пневматической системы, используя ее принципиальную схему.

#### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*Клапан последовательности (реле давления)* вырабатывает релейный сигнал на своем выходе, если давление на его входе достигает определенного уровня (уровня давления настройки).

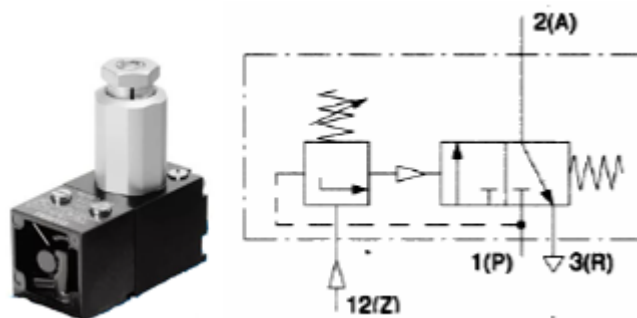


Рисунок 1 - Клапан последовательности (реле давления)

#### Этапы разработки пневматической системы:

- 1) *Анализ*. Первым шагом является определение функционального назначения системы.
- 2) *Проектирование*. Разработка проекта включает два этапа:

а) на первом этапе разрабатывается эскизный проект системы, в рамках которого выбираются основные компоненты системы и источники энергоснабжения.

б) на втором этапе проектирования разрабатывается технический проект, в рамках которого ведется:

- разработка пневматической системы, включая определение параметров и выбор аппаратуры;
- разработка документации;
- уточнение дополнительных требований к системе;
- составление плана реализации проекта;
- составление перечня элементов и спецификации;
- проведение расчетов стоимости.

3) *Реализация проекта.* Перед монтажом системы на объекте управления должно быть полностью проверено функционирование системы. После окончательного монтажа установки необходимо еще раз провести функциональное тестирование системы.

4) *Оценка системы.* После завершения процесса наладки и пуска системы сравниваются ее фактические параметры с данными технического задания.

## 4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

### *Постановка задачи.*

Тиснение на пластмассовые детали наносится штампом, приводимым в движение цилиндром двустороннего действия. Штамп опускается на деталь при нажатии кнопки, а возвращается в исходное положение автоматически, когда шток достигает крайнего положения и давление в поршневой полости повышается до установленного значения. Достижение крайнего выдвинутого положения штока контролируется концевым выключателем с управлением от рычага с роликом. Усилие тиснения должно быть настраиваемым. Давление в поршневой полости цилиндра должно измеряться с помощью манометра.

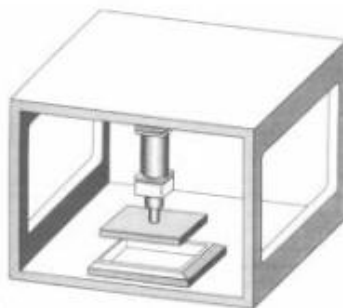


Рисунок 2 - Эскиз объекта управления

## 5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## Реализация схем с применением клапана выдержки времени

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике систем управления с клапаном выдержки времени на базе пневматических средств автоматизации.

5) Сделайте пошаговое описание работы пневматической системы, используя ее принципиальную схему.

Пневмоклапаны выдержки времени предназначены для регулирования временного интервала между поступающим входным и генерируемым выходным сигналами в пневматических системах управления. Конструкции подобных устройств базируются на моностабильном 3/2 распределителе с пневматическим управлением (рисунок 1). В пневмоклапане выдержки времени управляющий пневматический сигнал Х, поступает в полость управления распределителя не напрямую, как в стандартных распределителях, а после прохождения через дроссель с обратным клапаном и небольшую емкость. Настройка дросселя влияет на величину расхода воздуха, следовательно, она определяет время, за которое давление в емкости повысится до уровня, достаточного для срабатывания распределителя.





## Рисунок 1 - Пневмоклапан выдержки времени

Клапан возвращается в исходное состояние одновременно со снятием сигнала управления Х, поскольку воздух из емкости практически мгновенно сбрасывается в атмосферу через обратный клапан. Пневмоклапаны выдержки времени традиционного исполнения имеют один недостаток, ограничивающий область применения подобных устройств в автоматизированных системах, в которых при выполнении технологических операций требуется соблюдение точных временных интервалов. Суть этого недостатка в том, что время наполнения встроенной в клапан емкости в значительной мере зависит от степени чистоты воздуха и постоянства давления в сети.

В пневмоклапанах выдержки времени могут применяться как нормально открытые (рисунок 1, б), так и нормально закрытые распределители (рисунок 1, а). При этом в зависимости от способа установки обратного клапана можно получить временную задержку либо момента включения распределителя (задержка по переднему фронту, рисунок 1, а), либо момента его возврата в исходное положение (задержка по заднему фронту, рисунок 1, б).

Пневмоклапаны выдержки времени часто применяют для реализации различного рода блокировок, в частности, при осуществлении двуручного управления прессами.

### **Этапы разработки пневматической системы:**

1) *Анализ.* Первым шагом является определение функционального назначения системы.

2) *Проектирование.* Разработка проекта включает два этапа:

а) на первом этапе разрабатывается эскизный проект системы, в рамках которого выбираются основные компоненты системы и источники энергоснабжения.

б) на втором этапе проектирования разрабатывается технический проект, в рамках которого ведется:

- разработка пневматической системы, включая определение параметров и выбор аппаратуры;
- разработка документации;
- уточнение дополнительных требований к системе;
- составление плана реализации проекта;
- составление перечня элементов и спецификации;
- проведение расчетов стоимости.

3) *Реализация проекта.* Перед монтажом системы на объекте управления должно быть полностью проверено функционирование системы. После окончательного монтажа установки необходимо еще раз провести функциональное тестирование системы.

4) *Оценка системы.* После завершения процесса наладки и пуска системы сравниваются ее фактические параметры с данными технического задания.

#### 4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

##### *Постановка задачи.*

Для прижатия склеиваемых деталей друг к другу используется цилиндр двустороннего действия. После нажатия кнопки шток цилиндра должен медленно выдвигаться. В крайнем выдвинутом положении шток цилиндра должен оставаться в течение 5 секунд, а затем должен автоматически вернуться в исходное положение. Скорость выдвижения штока должна быть регулируемой. Новое срабатывание цилиндра возможно только при условии возвращения штока в исходное положение.

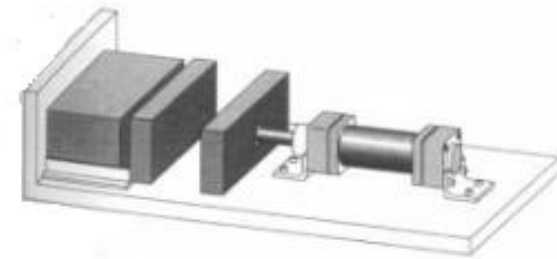


Рисунок 2 - Эскиз объекта управления

#### 5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12

### Управление несколькими исполнительными устройствами

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике систем управления с несколькими исполнительными устройствами на базе пневматических средств автоматизации.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте принципиальную схему с управления с несколькими исполнительными устройствами. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику пневматической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы пневматической системы, используя ее принципиальную схему.

#### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Для реализации схем с несколькими исполнительными устройствами необходимо четкое понимание существа задачи. Процесс движения отдельных исполнительных элементов должен изображаться на диаграмме «перемещение-шаг» совместно с условиями старта и переключения. После уточнения циклограммы движения и условий переключения проектируется принципиальная схема. Процесс проектирования и разработки принципиальной схемы должен осуществляться в соответствии с последовательностью:

- 1) *Анализ.* Первым шагом является определение функционального назначения системы.
- 2) *Проектирование.* Разработка проекта включает два этапа:
  - а) на первом этапе разрабатывается эскизный проект системы, в рамках которого выбираются основные компоненты системы и источники энергоснабжения.
  - б) на втором этапе проектирования разрабатывается технический проект, в рамках которого ведется:

- разработка пневматической системы, включая определение параметров и выбор аппаратуры;
- разработка документации;
- уточнение дополнительных требований к системе;
- составление плана реализации проекта;
- составление перечня элементов и спецификации;
- проведение расчетов стоимости.

3) *Реализация проекта.* Перед монтажом системы на объекте управления должно быть полностью проверено функционирование системы. После окончательного монтажа установки необходимо еще раз провести функциональное тестирование системы.

4) *Оценка системы.* После завершения процесса наладки и пуска системы сравниваются ее фактические параметры с данными технического задания.

Для реализации на практике необходимы схемы, в которых исключается пересечение (совпадение) сигналов. Здесь под пересечением сигналов понимается их одновременное поступление на оба управляющих входа распределителей с двусторонним управлением. Для устранения пересечения сигналов можно использовать:

- распределители с управлением от ломающегося рычага;
- распределители с управлением от ломающегося рычага с роликом;
- реле времени;
- триггеры (переключающие распределители) или тактовые цепочки.

#### **4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

##### *Постановка задачи.*

Для перемещения деталей из магазина на лоток используются два цилиндра двустороннего действия. При нажатии кнопки шток первого цилиндра выдвигается, выталкивая деталь из магазина и перемещая ее в зону действия второго цилиндра, расположенного напротив лотка. Как только шток первого цилиндра полностью выдвинется, выдвигается шток второго цилиндра, сталкивая деталь на лоток, по которому она перемещается в коробку. После этого шток первого, а за ним и второго цилиндров втягиваются.

Для надежной транспортировки деталей должно обеспечиваться координированное (согласованное) движение штоков цилиндров. Для этого проводится опрос достижения штоками цилиндров исходного и всех конечных положений.

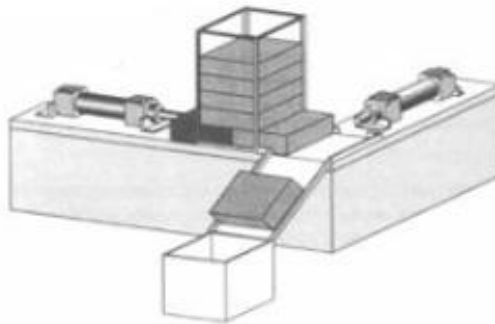


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления

## **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13

### Управление цилиндром одностороннего действия в электропневматических системах управления

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике систем управления цилиндром одностороннего действия в электропневматических системах управления.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте принципиальную схему управления цилиндром одностороннего действия. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику электропневматической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы электропневматической системы, используя ее принципиальную схему.

#### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В пневматических цилиндрах одностороннего действия сжатый воздух подается только в одну полость - поршневую, обратный ход осуществляется за счет пружины, или под действием какой-либо другой силы.



Рисунок 1 – Пневмоцилиндр одностороннего действия

Каждая электропневматическая система управления проектируется индивидуально в соответствии с требованиями конкретного объекта. Работы по созданию такой системы включают:

- разработку проекта (подготовка необходимых чертежей и документации);
- выбор и приобретение оборудования;
- внедрение (наладка и ввод в эксплуатацию).

Разработка проекта электропневматической системы управления включает в себя:

- формулировка задачи управления и предъявляемых к ней требований;
- концептуальный проект системы управления и выбор необходимых комплектующих;
- графическое представление задачи управления;
- разработка системы, подготовка схем и списка комплектующих элементов.



Рисунок 2 - Алгоритм разработки и внедрения электропневматической системы управления

В электропневмоавтоматике используются принципиальные схемы с распределенным представлением. На практике термин «электрическая принципиальная схема электропневматической системы управления» всегда означает принципиальную схему в соответствии со стандартом DIN/EN 61082-2.

Условные обозначения, которые находят применение в пневмоавтоматике, выполняются в соответствии с ДИН ИСО 1219 "Гидравлические и пневматические системы и приборы - обозначение схем" (DIN ISO 1219 "Fluidtechnische Systeme und Geraete - Schaltzeichen"). На принципиальной схеме электрические элементы представляются с помощью графических обозначений, установленных стандартом DIN 40900.

#### 4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

##### *Постановка задачи № 1.*

Деталь должна быть выдвинута из приспособления посредством цилиндра одностороннего действия. Скорость возвращения и процесс контроля не существенны.

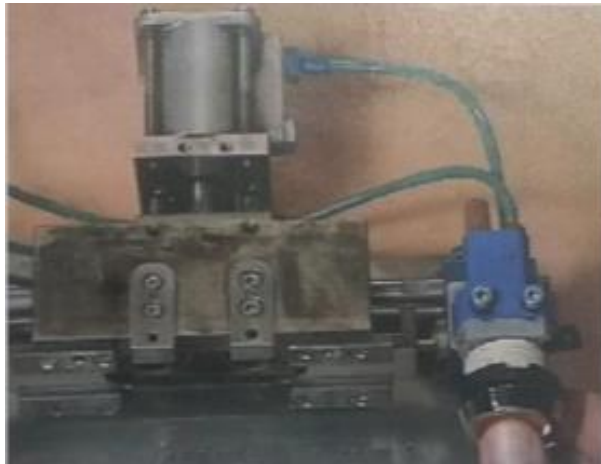


Рисунок 3 - Эскиз объекта управления

##### *Постановка задачи № 2.*

Паллеты, движущиеся на конвейере, должны быть остановлены так, чтобы рабочий мог проверить детали. Проверив детали, рабочий нажимает на кнопку и паллеты транспортируются к следующей станции.



Рисунок 4 - Эскиз объекта управления

#### 5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Как поведет себя шток цилиндра, если на короткое время нажать кнопку, а затем отпустить ее?
- 2) Опишите принцип действия систем, используя их принципиальные схемы.



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14

### Управление цилиндром двустороннего действия в электропневматических системах управления

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике систем управления цилиндром двустороннего действия в электропневматических системах управления.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте принципиальную схему управления цилиндром двустороннего действия. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику электропневматической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы электропневматической системы, используя ее принципиальную схему.

#### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В пневмоцилиндрах *двухстороннего действия* сжатый воздух подается как в поршневую полость, так и в штоковую.

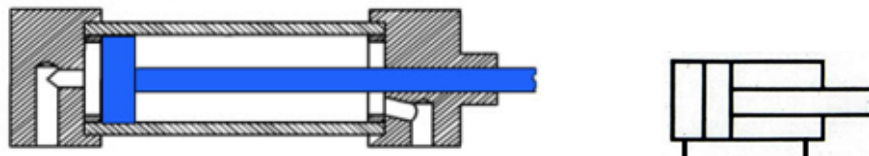


Рисунок 1 – Пневмоцилиндр двустороннего действия

Каждая электропневматическая система управления проектируется индивидуально в соответствии с требованиями конкретного объекта. Работы по созданию такой системы включают:

- разработку проекта (подготовка необходимых чертежей и документации);
- выбор и приобретение оборудования;
- внедрение (наладка и ввод в эксплуатацию).

Разработка проекта электропневматической системы управления включает в себя:

- формулировка задачи управления и предъявляемых к ней требований;
- концептуальный проект системы управления и выбор необходимых комплектующих;
- графическое представление задачи управления;
- разработка системы, подготовка схем и списка комплектующих элементов.

В электропневмоавтоматике используются принципиальные схемы с распределенным представлением. На практике термин «электрическая принципиальная схема электропневматической системы управления» всегда означает принципиальную схему в соответствии со стандартом DIN/EN 61082-2.

Условные обозначения, которые находят применение в пневмоавтоматике, выполняются в соответствии с ДИН ИСО 1219 "Гидравлические и пневматические системы и приборы - обозначение схем" (DIN ISO 1219 "Fluidtechnische Systeme und Geraete - Schaltzeichen"). На принципиальной схеме электрические элементы представляются с помощью графических обозначений, установленных стандартом DIN 40900.

#### 4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

*Постановка задачи.*

Контейнеры должны быть заполнены химическими веществами. При нажатии на кнопку без фиксации шток цилиндра выдвигается и открывает запорный орган трубопровода. Когда кнопка отпущена, поршень возвращается в исходное положение и процесс заполнения завершается.

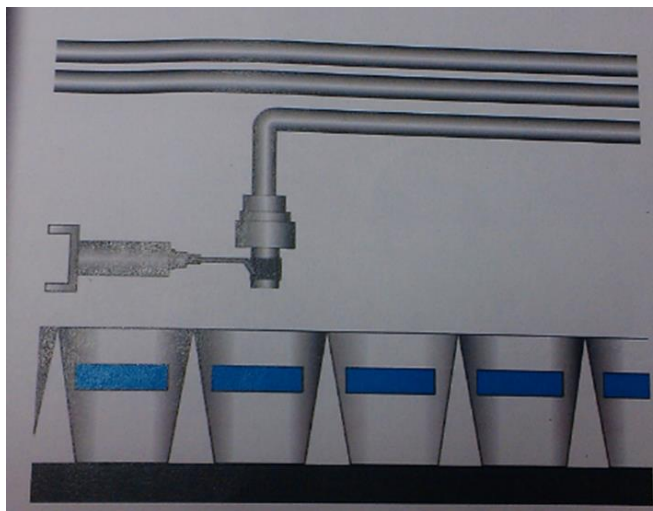


Рисунок 2 - Эскиз объекта управления

#### 5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Как поведет себя шток цилиндра, если на короткое время нажать кнопку, а затем отпустить ее?
- 2) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15**

### **Управление пневмоцилиндрами по положению: автоматический возврат, повторяющиеся движения, удержание в крайнем положении**

#### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике систем управления пневмоцилиндрами по положению в электропневматических системах управления.

#### **2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте принципиальную схему управления пневмоцилиндрами по положению: автоматический возврат, повторяющиеся движения, удержание в крайнем положении. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику электропневматической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы электропневматической системы, используя ее принципиальную схему.

#### **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Разработка проекта электропневматической системы управления включает в себя:

- формулировка задачи управления и предъявляемых к ней требований;
- концептуальный проект системы управления и выбор необходимых комплектующих;
- графическое представление задачи управления;
- разработка системы, подготовка схем и списка комплектующих элементов.

В электропневмоавтоматике используются принципиальные схемы с распределенным представлением. На практике термин «электрическая принципиальная схема электропневматической системы управления» всегда означает принципиальную схему в соответствии со стандартом DIN/EN 61082-2.

Условные обозначения, которые находят применение в пневмоавтоматике, выполняются в соответствии с ДИН ИСО 1219 "Гидравлические и пневматические системы и приборы - обозначение схем" (DIN ISO 1219 "Fluidtechnische Systeme und Geraete - Schaltzeichen"). На принципиальной схеме электрические элементы представляются с помощью графических обозначений, установленных стандартом DIN 40900.

#### 4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

##### *Постановка задачи №1.*

Управления подачей рабочего инструмента на сверлильном станке (рисунок 1). При кратковременном нажатии на кнопку «Пуск» патрон с инструментом совершает рабочую операцию, и после ее выполнения автоматически возвращается в исходную позицию. Разработать также схемы управления подачей, чтобы:

- скорость рабочей подачи была регулируемой;
- скорость отвода инструмента была максимально возможной.

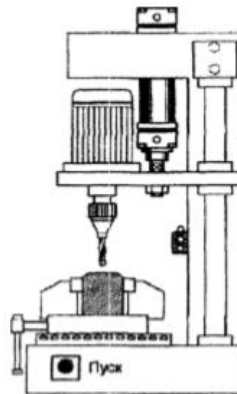


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления (схема сверлильного станка)

##### *Постановка задачи №2.*

Управления пневмоприводом подачи деталей из двух накопителей на конвейер (рисунок 2). Детали подаются поочередно. При включенной кнопке «Пуск» плунжер загрузки совершает возвратнопоступательное движение. После отпускания кнопки «Пуск» происходит остановка плунжера в любом крайнем положении.

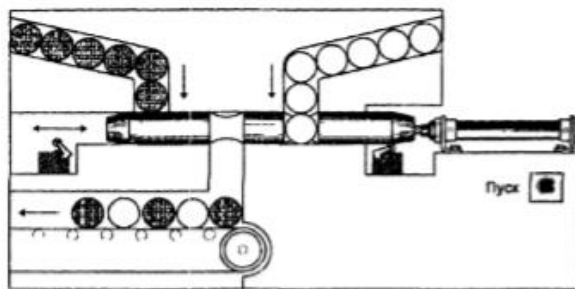


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления (схема сверлильного станка)

#### 5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Опишите принцип действия систем, используя их принципиальные схемы.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №16

### Реализация логических функций «И», «ИЛИ» в релейно-контактных системах управления

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике систем управления исполнительными органами от элементов управления через логические функции.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

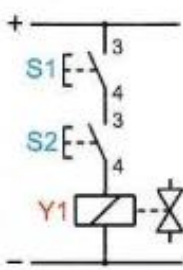
При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте принципиальную схему управления исполнительными органами от элементов управления через логические функции. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику электропневматической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы электропневматической системы, используя ее принципиальную схему.

#### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*Логическая функция «И».*

Для реализации логической функции «И» устройства ввода электрических сигналов располагают последовательно в одной ветви электроцепи. Управляющий сигнал на входе электропривода Y1 будет только в том случае, если есть оба вводимых сигнала, т.е. включены обе кнопки S1 и S2.



S1	S2	Y1
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$Y1 = S1 \cdot S2$

Рисунок 1 - Реализация логической функции «И»

Логическая функция «ИЛИ».

Для реализации логической функции «ИЛИ» устройства ввода электрических сигналов располагают в параллельно работающих ветвях электроцепи. Сигнал на электромагнит Y1 распределителя будет подан в том случае, если есть сигнал на выходе хотя бы одного из выключателей S1 или S2.

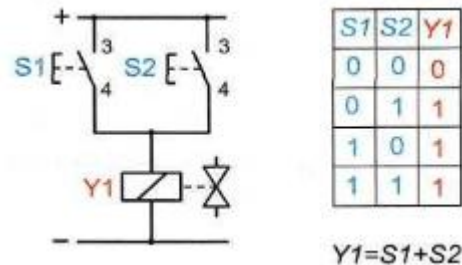


Рисунок 2 - Реализация логической функции «ИЛИ»

Разработка проекта электропневматической системы управления включает в себя:

- формулировка задачи управления и предъявляемых к ней требований;
- концептуальный проект системы управления и выбор необходимых комплектующих;
- графическое представление задачи управления;
- разработка системы, подготовка схем и списка комплектующих элементов.

В электропневмоавтоматике используются принципиальные схемы с распределенным представлением. На практике термин «электрическая принципиальная схема электропневматической системы управления» всегда означает принципиальную схему в соответствии со стандартом DIN/EN 61082-2.

Условные обозначения, которые находят применение в пневмоавтоматике, выполняются в соответствии с ДИН ИСО 1219 "Гидравлические и пневматические системы и приборы - обозначение схем" (DIN ISO 1219 "Fluidtechnische Systeme und Geraete - Schaltzeichen"). На принципиальной схеме электрические элементы представляются с помощью графических обозначений, установленных стандартом DIN 40900.

#### 4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

*Постановка задачи №1.*

Машина для обрезки листов бумаги до заданного формата на базе пневмоцилиндра двухстороннего действия (рисунок 3). Для обеспечения безопасности работы оператора пуск

должен производиться только при нажатии двух кнопок. Возврат резака осуществляется автоматически после выполнения рабочей операции.

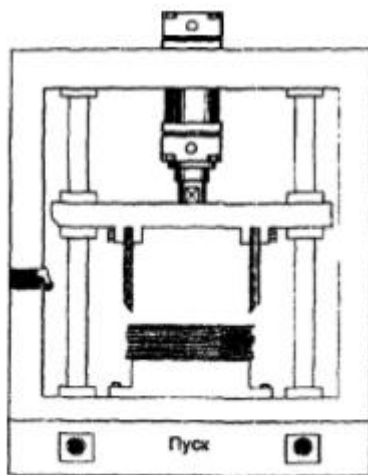


Рисунок 3 - Эскиз объекта управления (схема бумагорезательной машины)

#### *Постановка задачи №2.*

Коробки подаются на транспортный конвейер с двух упаковочных рабочих мест с помощью пневматического толкателя (рисунок 4). Выдвижение штока толкателя производится с левого или правого рабочего места при кратковременном нажатии на любую из кнопок «Пуск». Возврат толкателя в исходную позицию осуществляется автоматически.

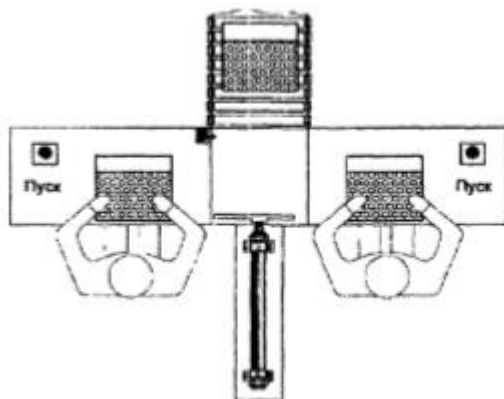


Рисунок 3 - Эскиз объекта управления (схема работы толкателя)

## **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Опишите принцип действия систем, используя их принципиальные схемы.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №17**

### **Управление пневмоцилиндрами по времени**

#### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике систем управления пневмоцилиндрами по времени.

#### **2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте принципиальную схему управления пневмоцилиндрами по времени. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику электропневматической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы электропневматической системы, используя ее принципиальную схему.

#### **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Разработка проекта электропневматической системы управления включает в себя:

- формулировка задачи управления и предъявляемых к ней требований;
- концептуальный проект системы управления и выбор необходимых комплектующих;
- графическое представление задачи управления;
- разработка системы, подготовка схем и списка комплектующих элементов.

В электропневмоавтоматике используются принципиальные схемы с распределенным представлением. На практике термин «электрическая принципиальная схема электропневматической системы управления» всегда означает принципиальную схему в соответствии со стандартом DIN/EN 61082-2.

Условные обозначения, которые находят применение в пневмоавтоматике, выполняются в соответствии с ДИН ИСО 1219 "Гидравлические и пневматические системы и приборы - обозначение схем" (DIN ISO 1219 "Fluidtechnische Systeme und Geraete - Schaltzeichen"). На



принципиальной схеме электрические элементы представляются с помощью графических обозначений, установленных стандартом DIN 40900.

#### 4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

##### *Постановка задачи №1.*

В машине для литья под давлением металл подается в пресс-форму пневмоприводным поршнем (рисунок 1). При кратковременном нажатии на пусковую кнопку поршень опускается и вытесняет металл из камеры прессования в пресс-форму. В таком положении поршень находится 5 секунд для того, чтобы образовалась отливка. После временной выдержки поршень возвращается в исходную позицию.

Дополнительные условия:

- скорость прямого и обратного хода должна быть регулируемой;
- выдвижение штока цилиндра возможно только в том случае, если он находится в крайнем втянутом положении.

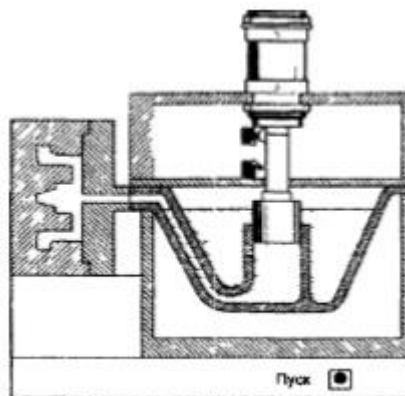


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления (схема машины для литья под давлением)

##### *Постановка задачи №2.*

На прессе осуществляется запрессовка бронзовой втулки в крышку цилиндра. Для того чтобы не допустить попадание рук оператора в опасную зону при рабочем ходе пресса, его пуск осуществляется нажатием двух кнопок. С целью исключения попытки управления прессом одной пусковой кнопкой (при принудительно зафиксированной во включенном положении второй кнопке) интервал между нажатием пусковых кнопок не должен превышать 5с. При отпуске одной, или обеих кнопок шток приводного цилиндра немедленно втягивается.

#### 5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Опишите принцип действия систем, используя их принципиальные схемы.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №18**

### **Управление последовательностью с запоминаем сигналов с помощью распределителей с двусторонним управлением**

#### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике систем управления последовательностью с запоминаем сигналов с помощью распределителей с двусторонним управлением.

#### **2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте принципиальную схему управления последовательностью с запоминаем сигналов с помощью распределителей с двусторонним управлением. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все соединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме выберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику электропневматической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы электропневматической системы, используя ее принципиальную схему.

#### **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

В системах управления последовательностью перемещений запоминание сигналов является важной особенностью. Его можно получить с помощью распределителей с двусторонним управлением или с помощью самоподхвата реле.

Разработка проекта электропневматической системы управления включает в себя:

- формулировка задачи управления и предъявляемых к ней требований;
- концептуальный проект системы управления и выбор необходимых комплектующих;
- графическое представление задачи управления;
- разработка системы, подготовка схем и списка комплектующих элементов.

В электропневмоавтоматике используются принципиальные схемы с распределенным представлением. На практике термин «электрическая принципиальная схема

электропневматической системы управления» всегда означает принципиальную схему в соответствии со стандартом DIN/EN 61082-2.

Условные обозначения, которые находят применение в пневмоавтоматике, выполняются в соответствии с ДИН ИСО 1219 "Гидравлические и пневматические системы и приборы - обозначение схем" (DIN ISO 1219 "Fluidtechnische Systeme und Geraete - Schaltzeichen"). На принципиальной схеме электрические элементы представляются с помощью графических обозначений, установленных стандартом DIN 40900.

#### 4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

*Постановка задачи.*

Крайние положения цилиндров 1А и 2А регистрируются с помощью датчиков 1В, 1В2, 2В1 и 2В2.

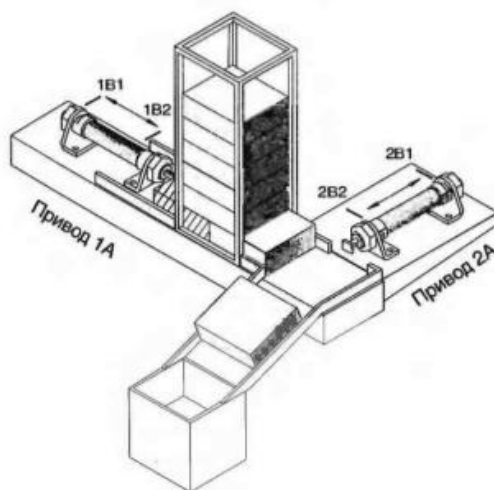


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления (схема общего расположения устройства подачи заготовок)

Заданная последовательность перемещения выполняется, когда оператор нажимает кнопку «Старт». Рабочий цикл содержит следующие шаги:

- шаг 1: шток цилиндра 1А выдвигается, заготовка выталкивается из магазина;
- шаг 2: шток цилиндра 2А выдвигается, заготовка подается на станцию обработки;
- шаг 3: шток цилиндра 1А втягивается;
- шаг 4: шток цилиндра 2А втягивается.

Для повторения цикла следует снова нажать кнопку «Старт».

#### 5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Опишите принцип действия систем, используя их принципиальные схемы.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №19

### Снятие характеристики насоса

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является снятие расходной характеристики объемного насоса гидравлической системы на учебном гидравлическом стенде FESTO.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Собрать схему, изображенную на рисунке 1.

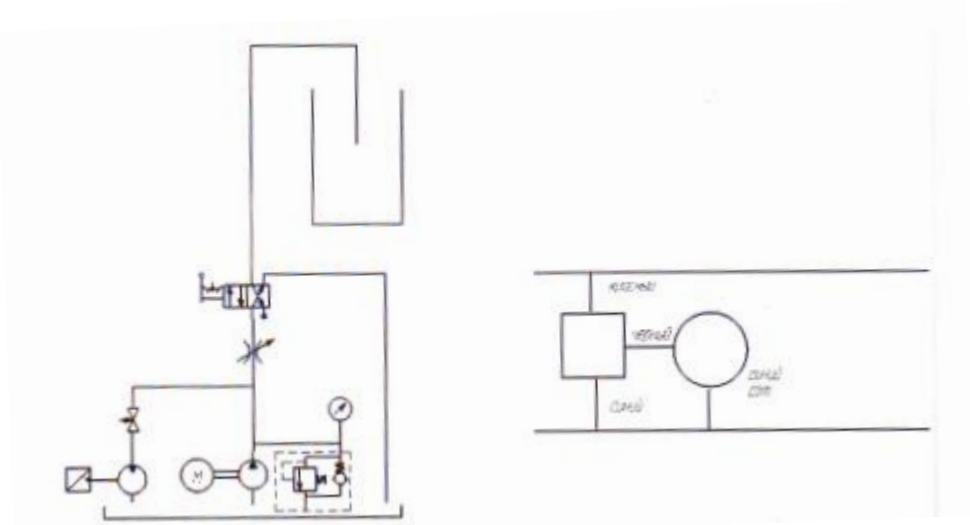


Рисунок 1- Схема гидравлическая принципиальная

- 2) Подключить мультиметр.

#### 1 часть лабораторной работы

- 3) Закрывать дроссель и напорный клапан.
- 4) Открыть вентиль (жидкость должна пойти в гидродвигатель).
- 5) Включить мультиметр, переключить на V 200 (вольтметр).
- 6) Включить напряжение на стенде.
- 7) Записать показания вольтметра, которые соответствуют величине расхода насоса, л/мин.

#### 2 часть лабораторной работы

- 8) Выключить питание насоса.
- 9) Перекрыть вентиль и дроссель. Открыть клапан напорный полностью и включить питание насоса.

- 10) Настроить давление напорного клапана на 52 бар.
- 11) Медленно открывая дроссель получить давление насоса  $P_{ном}=50$  бар.
- 12) Переключить распределитель в левую позицию и одновременно закрыть сливное отверстие колбы.
- 13) Удерживая ручку распределителя в левой позиции, замерить секундомером время заполнения колбы на 1 литр.

- 14) Рассчитать подачу насоса, переведя секунды в минуты, по формуле:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (\text{л/мин})$$

- 15) Сравнить полученный расход с расходом, измеренный мультиметром.
- 16) Рассчитать относительную погрешность по формуле:

$$\Delta = \frac{(Q_M - Q_P)}{Q_M}$$

- 17) Сделать выводы по работе.

### **3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Дать определение объемного насоса.
- 2) Дать определение расходной характеристики насоса.
- 3) Дать определение подачи (производительности) насоса.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №20

### Снятие характеристики напорного клапана

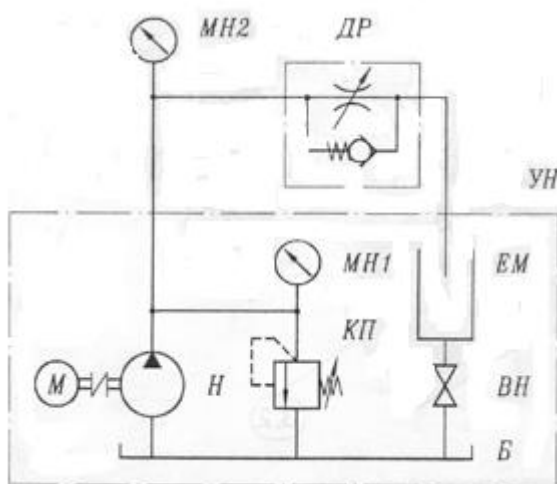
#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является экспериментальное определение характеристики объемного насоса, под которой понимают зависимость подачи насоса от создаваемого им давления при постоянной частоте вращения вала насоса на учебном гидравлическом стенде FESTO.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

1) Соберите на учебном стенде гидравлическую систему в соответствии с гидравлической принципиальной схемой, приведенной на рисунке 1.



УН — насосная установка; Н — насос; Б — гидробак; ЕМ — мерная емкость; ВК — кран; КП — предохранительный клапан; МН1, МН2 — манометры; ДР — дроссель с обратным клапаном

Рисунок 1 - Гидравлическая принципиальная схема экспериментальной гидросистемы

2) Откройте на максимально возможную величину проходное сечение дросселя ДР путем вращения регулировочного винта, указанного гидроаппарата против часовой стрелки до упора.

3) Включите питание приводящего электродвигателя насоса Н насосной установки УН.

4) Зафиксируйте в таблицу 1 соответствующие значения: давления  $P_2$  на выходе насоса Н (на основании показания манометра МН2) и подачи  $Q$  насоса (для этого следует измерить объем  $V$  жидкости, поступившей в мерную емкость ЕМ, за промежуток времени соответствующему

величине объема  $V$  жидкости, поступающей в мерную емкость ЕМ за время одного опыта (рекомендуется иметь не менее 1 л).

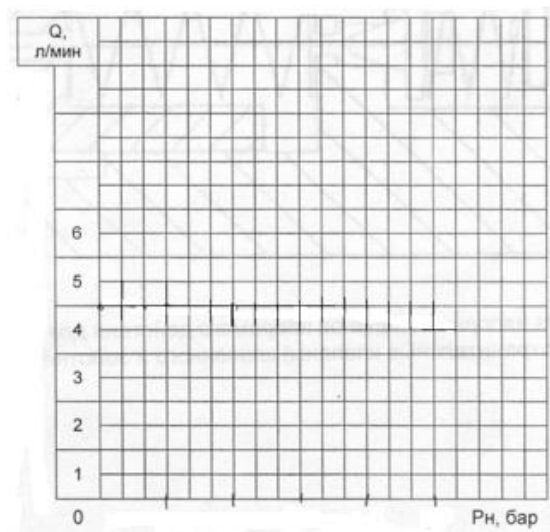
Таблица 1 - Экспериментальные данные для построения характеристики насоса

Параметр		№ опыта						
		1	2	3	4	5	6	7
Давление $P_2$ на выходе насоса Н, бар			10	20	30	40	50	60
Подача насоса Н	$V$ , л							
	$t$ , с							
	$Q$ , л/мин							

5) Устанавливая с помощью дросселя ДР значения давления  $P_2$  на выходе насоса Н, приведенного в таблице 1, фиксируйте в указанной таблице соответствующие значения подачи  $Q$  насоса (для этого следует измерять объем  $V$  жидкости, поступившей в мерную ёмкость ЕМ за промежуток времени  $t$ ).

6) По окончании проведения экспериментов выключите питание приводящего электродвигателя насоса насосной установки УН.

7) Оформите результаты опытов, зафиксированные в таблице 1, в виде графика зависимости подачи  $Q$  насоса от величины создаваемого им давления  $P_H$ , которое в данном случае можно считать равным давлению  $P_2$  на выходе насоса.



8) Проанализируйте экспериментальные данные и сформулируйте выводы.

### 3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Дать определение производительности (подачи) насоса.
- 2) Дать определение кпд насоса. Каким образом можно посчитать кпд насоса.
- 3) Дать определение номинального рабочего давления насоса.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №21

### Принцип работы редукционного клапана

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение гидроаппарата типа редукционный клапан, а также настройка давления в гидросистеме с помощью редукционного клапана на учебном гидравлическом стенде FESTO.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Собрать гидравлическую схему в соответствии с рисунком 1.

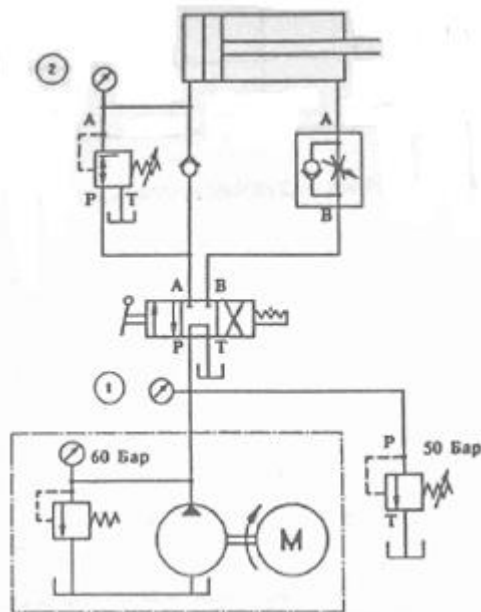


Рисунок 1 - Схема гидравлическая с редукционным клапаном

- 2) Включите гидравлическую установку.
- 3) Включите распределитель на выдвижение штока. После полного выдвижения штока настройте напорный клапан на давление 50 бар.
- 4) Вращая регулировочный винт редукционного клапана, настройте давление на его выходе 20 бар (по манометру 2).
- 5) Переключите распределитель в исходное состояние и перенастройте напорный клапан на минимально возможное давление.
- 6) Включите распределитель на выдвижение штока.



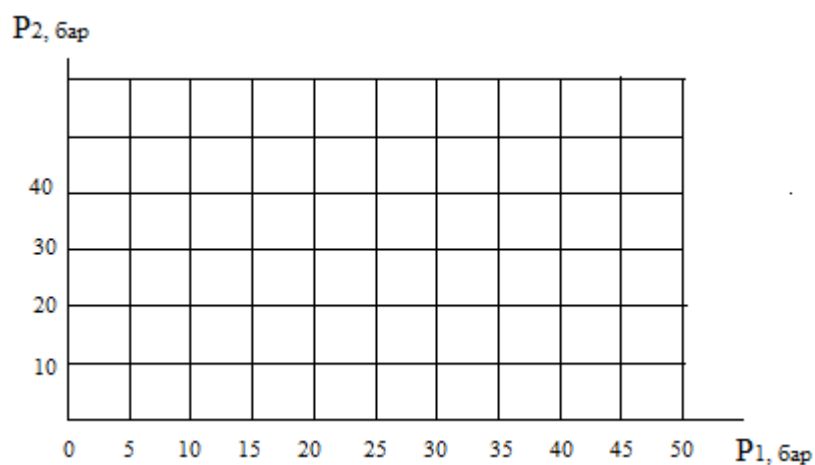
7) Увеличивая давление на выходе насоса с помощью напорного клапана до значений, приведенных в таблице 1 (по манометру 1), снимите показания манометра 2. Данные занесите в таблицу.

8) Повторите выполнение пунктов 3-7 для настройки редукционного клапана на давления 30 и 40 бар.

Таблица 1

Давление $P_1$ , бар		15	20	25	30	35	40	45	50
Показания манометра 2 ( $P_2$ ), бар									
Давления настройки редукционного клапана, бар	20								
	30								
	40								

9) Постройте характеристики редукционного клапана.



### 3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Объясните назначение редукционного клапана.
- 2) Чем отличается клапан редукционный от напорного.
- 3) Перечислите типы редукционных клапанов.
- 4) Перечислите характеристики редукционного клапана.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №22

### Сборка гидравлических схем с регулированием скорости

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является получения навыков разработки гидравлической схемы на основе технического задания и ее сборки на учебном гидравлическом стенде FESTO.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработать принципиальную гидравлическую схему согласно технического задания.
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой гидравлической схемы учебном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику гидравлической схемы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы гидравлической системы, используя ее принципиальную схему.

#### 3 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

*Постановка задачи.*

При проведении переплетных работ в типографии используется гидропресс. Рабочее давление прессования должно регулироваться в зависимости от материала обложки и клеящего вещества, причем давление должно поддерживаться постоянным в течение всего времени прессования (при включенном гидрораспределителе).

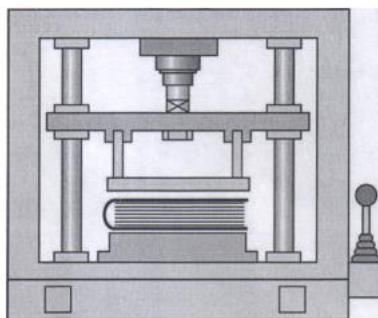


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления

#### 4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №23**

### **Прямое управление гидроцилиндром**

#### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике системы прямого управления гидроцилиндром.

#### **2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте электрогидравлическую принципиальную схему прямого управления гидроцилиндром. Обозначьте элементы схемы и все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления гидроцилиндром на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику электрогидравлической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы электрогидравлической системы, используя ее принципиальную схему.

#### **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Гидроцилиндр преобразует гидравлическую энергию в механическую, Он осуществляет прямолинейные перемещения и поэтому его называют также гидравлическим линейным двигателем.

#### **4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

*Постановка задачи.*

Управления гидроприводом подъемного стола (рисунок 1). При включенной кнопке «Подъем» грузовая платформа стола поднимается.

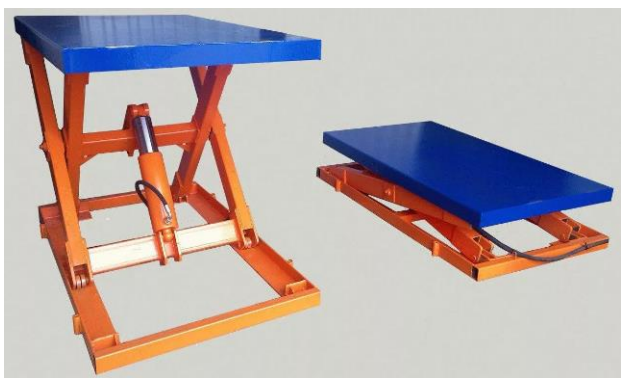


Рисунок 2 - Эскиз объекта управления

## **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №24**

### **Непрямое управление гидроцилиндром**

#### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике системы непрямого управления гидроцилиндром.

#### **2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте электрогидравлическую принципиальную схему непрямого управления гидроцилиндром. Обозначьте элементы схемы и все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления гидроцилиндром на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику электрогидравлической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы электрогидравлической системы, используя ее принципиальную схему.

#### **3 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

*Постановка задачи.*

При поступлении жидкости в поршневую полость шток гидроцилиндра выдвигается, при необходимости преодолевая усилие нагрузки. При поступлении рабочей жидкости в штоковую полость шток гидроцилиндра втягивается.

#### **4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №25**  
**Реализация логической функции «И»**  
**в электрогидравлических системах управления**

## **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике электрогидравлической системы управления исполнительным органом от элементов управления через логические функции «И».

## **2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

1) Разработайте электрогидравлическую принципиальную схему управления исполнительным органом от элементов управления через логические функции «И». Обозначьте элементы схемы и все присоединительные линии (каналы).

2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).

3) Выполните монтаж проектируемой системы управления гидроцилиндром на лабораторном стенде FESTO.

4) Проведите настройку и диагностику электрогидравлической системы.

5) Сделайте пошаговое описание работы электрогидравлической системы, используя ее принципиальную схему.

## **4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

*Постановка задачи.*

Машина для обрезки листов бумаги до заданного формата на базе гидроцилиндра двухстороннего действия (рисунок 1). Для обеспечения безопасности работы оператора пуск должен производиться только при нажатии двух кнопок. Возврат резака осуществляется автоматически после выполнения рабочей операции.

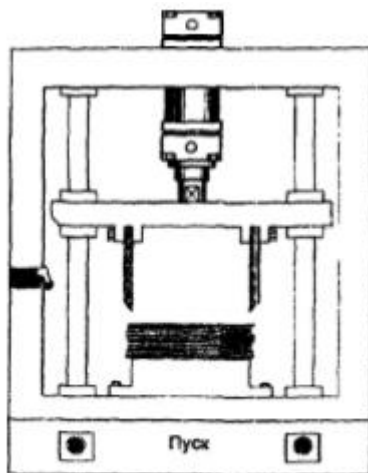


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления (схема бумагорезательной машины)

### 3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №26**  
**Реализация логической функции «ИЛИ»**  
**в электрогидравлических системах управления**

## **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью работы является приобретение практических навыков по проектированию, сборке на стенде FESTO, а также настройке и технической диагностике электрогидравлической системы управления исполнительными органами от элементов управления через логические функции «ИЛИ».

## **2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

При выполнении лабораторной работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Разработайте электрогидравлическую принципиальную схему управления исполнительным органом от элементов управления через логические функции «ИЛИ». Обозначьте элементы схемы и все присоединительные линии (каналы).
- 2) По принципиальной схеме подберите необходимые устройства с формированием технической документации (спецификации на оборудование).
- 3) Выполните монтаж проектируемой системы управления гидроцилиндром на лабораторном стенде FESTO.
- 4) Проведите настройку и диагностику электрогидравлической системы.
- 5) Сделайте пошаговое описание работы электрогидравлической системы, используя ее принципиальную схему.

## **4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

*Постановка задачи.*

Коробки подаются на транспортный конвейер с двух упаковочных рабочих мест с помощью толкателя (рисунок 1). Выдвижение штока толкателя производится с левого или правого рабочего места при кратковременном нажатии на любую из кнопок «Пуск». Возврат толкателя в исходную позицию осуществляется автоматически.



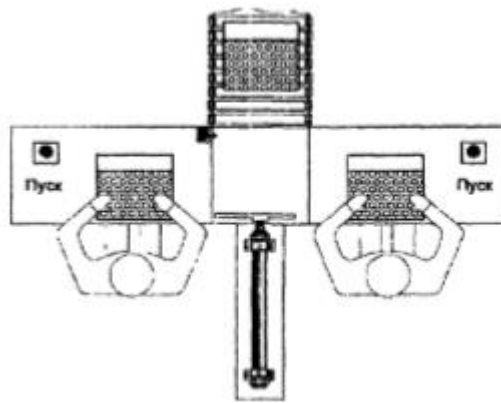


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления (схема работы толкателя)

#### 4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №27**

### **Моделирование и виртуальное тестирование систем управления цилиндром одностороннего действия в среде FluidSim**

#### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью работы является изучения основных приемов работы в программном пакете FluidSIM и получение практических навыков по моделированию и виртуальному тестированию систем управления цилиндром одностороннего действия в среде FluidSim.

#### **2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

При выполнении практической работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Изучите основные приемы работы в программном пакете FluidSIM.
- 2) Спроектируйте принципиальную схему управления цилиндром одностороннего действия. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 3) Смоделируйте схему в программном пакете FluidSIM.
- 4) Протестируйте работу схемы.

#### **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

##### **1. Назначение программного пакета FluidSIM.**

Программный пакет FluidSIM предназначен для моделирования пневматических и электропневматических систем на этапе принятия схемотехнического решения. Моделируемая система представляется схемой в условных графических обозначениях (символах). Принятые для обозначения символы пневматических и электрических элементов в FluidSIM такие же, как и условные графические обозначения, применяемые при составлении пневматических и электрических схем. Они соответствуют символам стандартов DIN, ISO, SAE и ГОСТ. По существу, эта программа позволяет автоматизировать процесс создания электропневматической системы и проверять ее работоспособность благодаря реалистичному моделированию. При этом в процессе разработки пневматической и электрической схем системы FluidSIM проверяет, является ли определенное соединение компонентов допустимым, и в случае нахождения ошибки показывает ее с комментариями.

Так же FluidSIM предназначен для накопления, передачи и визуализации знаний в области пневматики, так как компоненты сопровождаются текстовыми описаниями, фотографиями и т.п. FluidSIM может обмениваться информацией с внешним контроллером или многими приложениями Windows.

##### **2. Основные элементы интерфейса FluidSIM.**

После запуска программного пакета FluidSIM сначала отобразится заставка, а затем основное окно (рисунок 1), которое содержит:

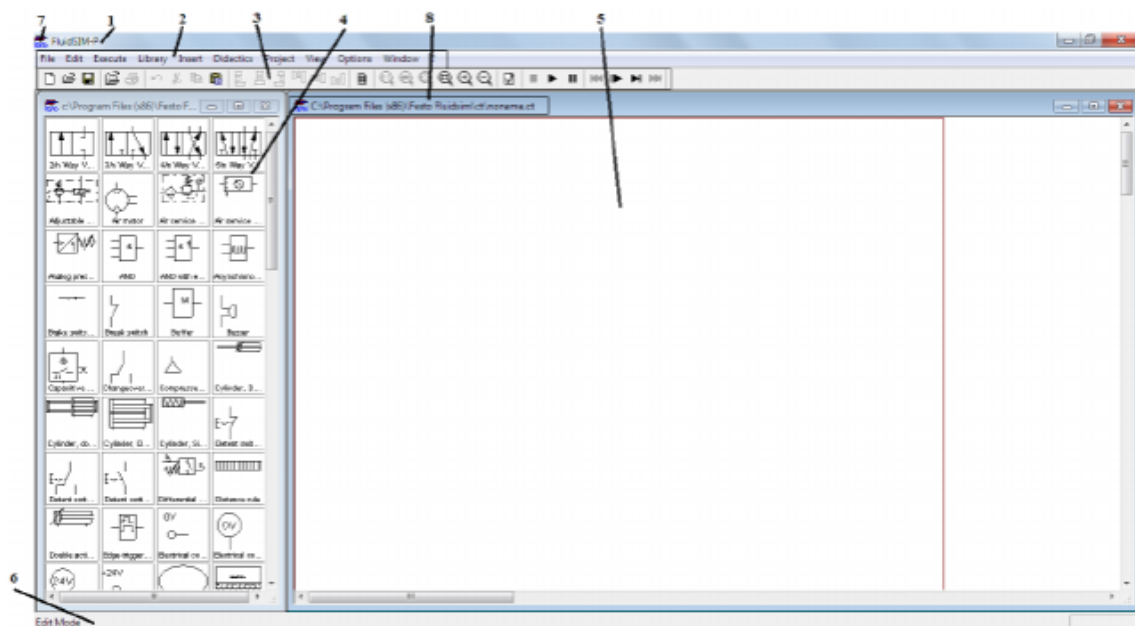


Рисунок 1 – Основное окно программного пакета FluidSIM

Основное окно программного пакета FluidSIM содержит:

- 1) строку заголовка программы. Строка заголовка программы содержит имя данной программы;
- 2) главное меню. Главное меню содержит все функции, которые необходимы для моделирования и построения диаграмм цепей. В главном меню находятся как стандартные функции Windows, так и собственные функции: Execute (выполнение функций), Library (библиотека), Didactics (обучение) и Project (проект);
- 3) панели инструментов. Содержит кнопки (пиктограммы) для наиболее часто используемых функций. Для отображения названия функции необходимо навести указатель мыши на соответствующую пиктограмму. Чтобы отобразить/скрыть панели инструментов, в главном меню выберите пункт View (Вид) – Toolbars (Панели инструментов). Положение панелей инструментов можно изменять путем их «перетаскивания». Назначение кнопок на панели инструментов приведены в таблице 1;
- 4) библиотека пневматических и электрических элементов и узлов. Содержит пневматические и электрические элементы и узлы, которые используются для создания диаграмм. Положение библиотеки можно изменять путём её «перетаскивания». Чтобы отобразить/скрыть библиотеку, в главном меню выберите пункт Library (Библиотека) и там выберите необходимую библиотеку;

5) рабочее поле. Рабочее поле представляет собой место, в котором будет создаваться и моделироваться диаграмма цепи;

6) строка состояния. Отображает информацию о текущих вычислениях и событиях, происходящих во время работы FluidSIM;

7) системное меню;

8) строка заголовка рабочего поля. Содержит имя и место расположения рабочего поля.

Таблица 1 – Кнопки на панели инструментов

Графическое изображение	Название	Назначение
	Создать	Создаёт новое рабочее окно
	Просмотр	Показывает сохраненные диаграммы цепи
	Открыть	Открывает сохраненную диаграмму цепи
	Сохранить	Сохраняет диаграмму цепи
	Печатать	Печатает
	Отменить	Отменяет последний шаг редактирования
	Вырезать	Вырезает выделенные компоненты и переносит их в буфер обмена
	Копировать	Копирует выделенные элементы в буфер обмена
	Вставить	Переносит компонент из буфера обмена в область рисования
	Горизонтальное выравнивание слева	Выравнивает группу компонентов по горизонтали: по левому краю
	Горизонтальное выравнивание по центру	Выравнивает группу компонентов по горизонтали: по центру
	Горизонтальное выравнивание справа	Выравнивает группу компонентов по горизонтали: по правому краю
	Вертикальное выравнивание сверху	Выравнивает группу компонентов по вертикали: по верхнему краю
	Вертикальное выравнивание по центру	Выравнивает группу компонентов по вертикали: по левому центру
	Вертикальное выравнивание снизу	Выравнивает группу компонентов по вертикали: по нижнему краю
	Показывать сетку	Активирует фоновую сетку

	Стандартный размер	Показывает диаграмму цепи без увеличения или уменьшения
	Предыдущий вид	Переключает между последним видом и текущим увеличением
	Подогнать по окну	Масштабирует таким образом, что вся диаграмма может быть показана в окне
	Масштабировать по «резиновому обручу»	Превращает курсор мыши в «обруч» и увеличивает область, выделенную «резиновым обручем»
	Увеличить	Увеличивает изображение диаграммы цепи
	Уменьшить	Уменьшает изображение диаграммы цепи
	Поверхностно проверить	Проверяет текущую диаграмму цепи на наличие ошибок рисования
	Стоп	Переключает текущую диаграмму в Режим редактирования
	Старт	Запускает моделирование
	Пауза	Останавливает моделирование текущей диаграммы без выхода из Режим моделирования
	Сброс	Переводит процесс моделирования в начальное состояние и моделирование сразу же начинается вновь
	Одиночный шаг	Останавливает моделирование через незначительное время
	Моделировать до изменения состояния	Запускает моделирование, которое продолжается до изменения состояния, после этого моделирование переходит на паузу
	Следующая тема	Вызывает переход к следующей теме презентации

### 3. Библиотеки основных элементов пневматики и устройств электроавтоматики

В библиотеке пневматических элементов и узлов находятся символы компонентов, которые используются при моделировании пневматических систем. В библиотеку пневматических элементов входят следующие группы элементов:

- 1) элементы питания сжатым воздухом;
- 2) распределители с механическим управлением;
- 3) распределители с электромагнитным управлением;
- 4) распределители с пневматическим управлением;
- 5) клапаны и дроссели;
- 6) датчики давления;

- 7) исполнительные устройства;
- 8) измерительные устройства.

В библиотеке электрических устройств находятся символы элементы, которые используются при моделировании электрических систем. В библиотеку электрических элементов входят следующие группы элементов:

- 1) элементы подачи питания;
- 2) сигнальные устройства;
- 3) контакты;
- 4) контакты с задержкой времени;
- 5) контакты концевых выключателей;
- 6) переключатели с ручным управлением;
- 7) датчики давления;
- 8) датчики положения;
- 9) реле;
- 10) логические элементы.

#### **4. Методика проектирования и моделирования электропневматических схем.**

##### **4.1. Запуск Fluidsim и создание нового проекта.**

Для запуска программного пакета FluidSIM дважды щелкните левой кнопкой мыши на пиктограмме Festo Fluidsim, изображенной на рисунке 2.



Рисунок 2 – Пиктограмма Festo Fluidsim

После запуска программного пакета FluidSIM сначала отобразится заставка, а затем основное окно. После этого необходимо создать новое рабочее поле. Для этого в меню «File» нужно выбрать пункт «New», либо нажать на панели инструментов кнопку «New». В результате этих действий в основном окне программы появится рабочее поле. Теперь необходимо открыть библиотеку. Для этого в меню «Library» выбираем пункт «Total view (Общий вид)». После этого «перетаскиванием» добиваемся удобного расположения окон. В результате мы получим окно, изображенное на рисунке 1.

##### **4.2. Пример: Проектирование простой электропневматической схемы.**

В данном примере рассмотрены основные приемы работы в программной среде FluidSIM при проектировании пневматических и электрических схем. Задача: Спроектировать электропневматическую схему, обеспечивающую разные скорости перемещения штоков двух пневмоцилиндров. Скорость выдвижения штока одного пневмоцилиндра должна быть в два раза выше, чем у второго. Задвижение штоков обоих цилиндров происходит с одинаковыми скоростями. Цилиндры приводятся в движение, когда при нажатии или отпускании нормально разомкнутой кнопки без фиксации. При этом выдвижение штоков инициируется нажатием кнопки управления, а задвижение штоков происходит при отпускании данной кнопки.

#### 4.3. Проектирование пневматической схемы.

Из библиотеки элементов на рабочее поле выберем следующие элементы:

1. Два втягивающихся цилиндра одностороннего действия с возвратной пружиной.
2. Распределитель 3/2 нормально закрытый с электромагнитным управлением и с возвратной пружиной.
3. Дроссель с обратным клапаном.
4. Компрессор на 6 Бар. Так как из библиотеки был выбран стандартный 3/2–распределитель, то необходимо изменить параметры настройки данного распределителя. Для этого нужно нажать два раза левой кнопкой мыши (ЛКМ) на условном обозначении распределителя и в окне «Configure Way Valve» (рисунок 3) задать для него использование электромагнитного привода и возвратной пружины. Для этого в поле «left actuator» (левый привод) выберем катушку электромагнита, а в поле «right actuator» (правый привод) необходимо установить галочку у словосочетания «Spring-returned» («Возвратная пружина»).



Рисунок 3 – Задание параметров настройки пневмораспределителя

После этого закрываем окно нажатием кнопки «ОК». Так же нужно настроить вывод 3 пневмораспределителя, который соединен с атмосферой. Для этого нажимаем два раза левой

кнопкой мыши на пневматическом соединении третьего вывода распределителя и в открывшемся окне «Pneumatic connection» (Пневматическое соединение) в поле «Terminator» выбираем значок «Связь с атмосферой» (рисунок 4).

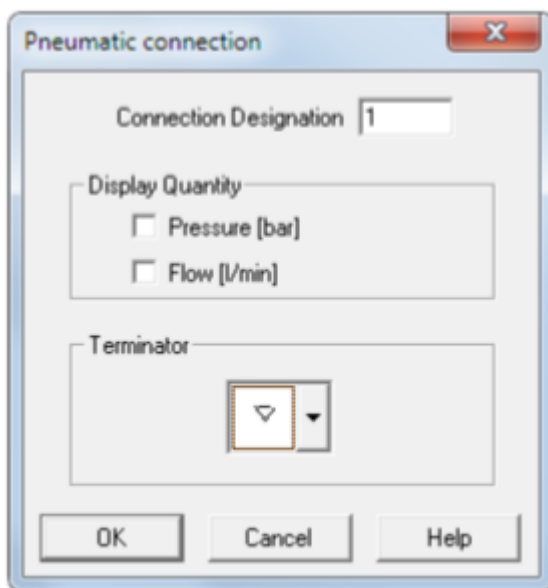


Рисунок 4 – Окно «Pneumatic connection»

В результате получим пневматическую схему без соединений, изображенную на рисунке 5.

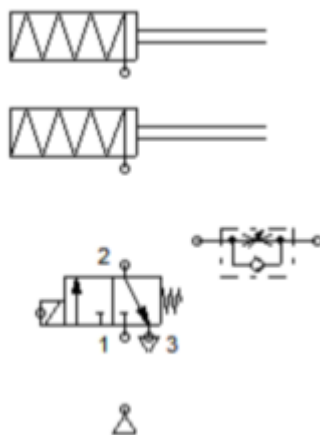


Рисунок 5 – Пневматическая схема без соединений

Теперь необходимо соединить компоненты, для этого наводим курсор на место соединения, курсор превратился в указатель в виде прицела. Затем зажимаем левую кнопку мыши (ЛКМ) и перемещаем курсор, при этом курсор изображается в виде прицела со стрелочками. Наводим курсор на место соединения (при этом стрелочки курсора повернулись во внутрь) и отпускаем ЛКМ. В итоге два места соединения соединились линией. Для создания Т-образного соединения нужно



навести курсор в виде прицела со стрелками во внутрь на соединительную линию, и отпустить ЛКМ. После того как все компоненты соединены, мы получим пневматическую схему, показанную на рисунке 6.

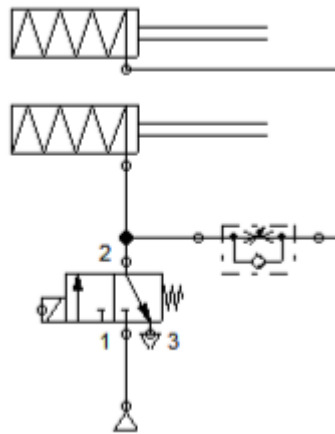


Рисунок 6 – Пневматическая схема

#### 4.4. Проектирование электрической схемы.

Теперь спроектируем электрическую схему, которая будет управлять распределителем. Для этого из библиотеки на рабочее поле выберем следующие элементы: 1. Две шины питания 0 и 24 В. 2. Нормально разомкнутая кнопка без фиксации. 3. Электромагнит, управляющий распределителем. Затем соединяем выбранные элементы. Соединения элементов электрической схемы выполняются аналогично соединениям в пневматической схеме. В результате получим электрическую схему, показанную на рисунке 7.

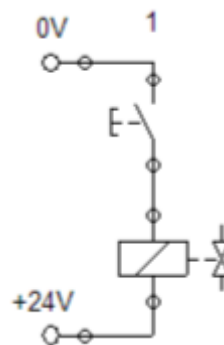


Рисунок 7 – Электрическая схема

#### 4.5. Проектирование электропневматической схемы.

Для проектирования электропневматической схемы необходимо установить связь между электрической и пневматической схемой. То есть нам необходимо связать электромагнит, управляющий распределителем и сам пневматический распределитель. Это делается с помощью

меток. Для задания меток нажимаем два раза ЛКМ на электромагнит, и в открывшемся окне «Valve solenoid» (Электромагнит распределителя) в поле «Label» (Метка) вводим: Y1 (рисунок 8).

После этого нажимаем два раза ЛКМ на соединение распределителя и в окне «Valve solenoid connection» вводим метку Y1 (рисунок 9). В итоге мы составили пневмоэлектрическую систему, изображенную на рисунке 10.

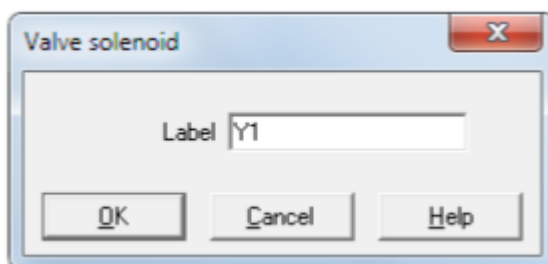


Рисунок 8 – Окно «Valve solenoid»

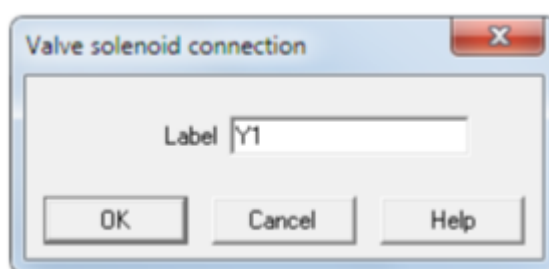


Рисунок 9 – Окно «Valve solenoid connection»

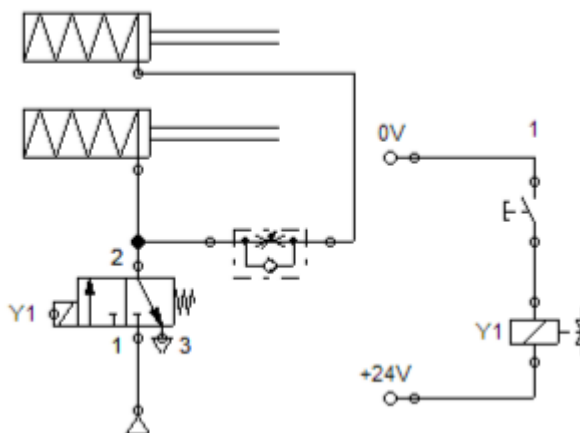
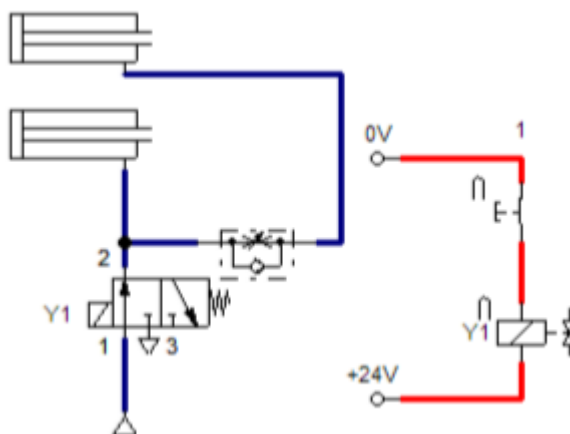


Рисунок 10 – Пневмоэлектрическая система

#### 4.6. Моделирование работы электропневматической схемы.

Для моделирования работы собранной пневмоэлектрической схемы необходимо перейти в режим моделирования. Для этого необходимо на панели инструментов нажать кнопку «Start» (Пуск) или в меню «Execute» (Выполнить) выбрав пункт «Start». Пневмоэлектрическая схема в режиме моделирования изображена на рисунке 11. На рисунке мы видим, что линия соединяющая

Промоделируем работу пневмоэлектрической схемы. Для этого нажмем левую кнопку мыши на нормально разомкнутой кнопке. При этом электрические линии станут красными, это означает, что по ним протекает ток. Электромагнит, через который протекает ток, переключит 3/2–распределитель. В результате сжатый воздух из компрессора пойдет на верхний цилиндр и через дроссель с обратным клапаном на нижний цилиндр (клапан при этом закрыт). В результате верхний и нижний цилиндры втягиваются, но нижний цилиндр втягивается в два раза медленнее, так как сжатый воздух будет проходить через дроссель, который открыт на половину (рисунок 12).



108

После того как мы отпустим замыкающую кнопку ток в электрической цепи перестанет протекать, поэтому электромагнит не сможет удерживать распределитель во включенном положении, и он под действием возвратной пружины вернется в исходное положение. Канал 1 распределителя перекроется, а канал 2 свяжется с атмосферой через канал 3. В результате цилиндры под действием возвратных пружин возвращаются в исходное положение. При этом оба цилиндра вернутся в исходное положение одновременно, так как воздух из верхнего цилиндра будет проходить через обратный клапан, а не дроссель.

#### **4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

##### *Постановка задачи №1.*

Деталь должна быть выдвинута из приспособления посредством цилиндра одностороннего действия. Скорость возвращения и процесс контроля не существенны.

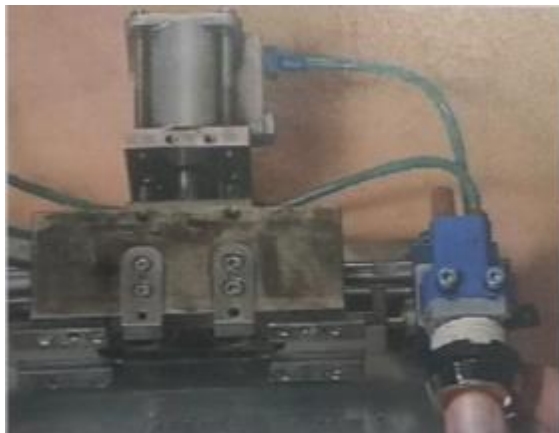


Рисунок 13 - Эскиз объекта управления

Данная задача реализуется с помощью цилиндра одностороннего действия. Шток поршня цилиндра одностороннего действия должен выдвигаться при нажатии пневмокнопки и автоматически возвращаться в исходное положение, если пневмокнопка отпускается.

Управление цилиндром одностороннего действия осуществляется от 3/2-распределителя с ручным приводом. Если пневмокнопка нажата, то распределитель переключается из исходного положения в положение "Питание включено".

##### *Постановка задачи № 2.*

Паллеты, движущиеся на конвейере, должны быть остановлены так, чтобы рабочий мог проверить детали. Проверив детали, рабочий нажимает на кнопку и паллеты транспортируются к следующей станции.



Рисунок 14 - Эскиз объекта управления

## **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Как поведет себя шток цилиндра, если на короткое время нажать кнопку, а затем отпустить ее?
- 2) Опишите принцип действия систем, используя их принципиальные схемы.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №28**

### **Моделирование и виртуальное тестирование систем управления цилиндром двустороннего действия в среде FluidSim**

#### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью работы является изучения основных приемов работы в программном пакете FluidSIM и получение практических навыков по моделированию и виртуальному тестированию систем управления цилиндром двустороннего действия в среде FluidSim.

#### **2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

При выполнении практической работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Изучите основные приемы работы в программном пакете FluidSIM.
- 2) Спроектируйте принципиальную схему управления цилиндром двустороннего действия. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 3) Смоделируйте схему в программном пакете FluidSIM.
- 4) Протестируйте работу схемы.

#### **3 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

*Постановка задачи №1.*

Коробки транспортируются от производства до склада. У коробок есть два различных штрих-кода. В зависимости от соответствующего штрих-кода коробки транспортируются к различным секциям склада. Если достигается требуемая секция, то коробка перегружается на соответствующий ленточный конвейер.

Это упражнение требует применение цилиндра двустороннего действия с управление от кнопки с фиксацией с тем, чтобы во время перегрузки коробки, не принимающей ленточный конвейер, было бы исключено постоянное удержание обычной кнопки. Это важно, когда время перегрузки коробки с одного конвейера на другой является достаточно продолжительным.

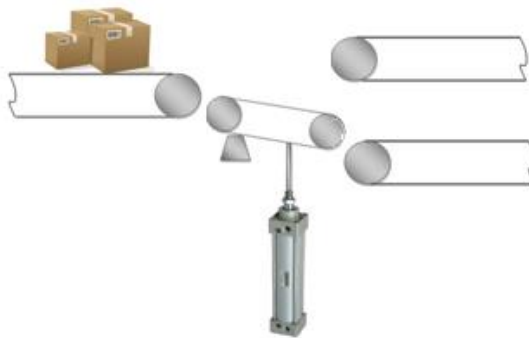


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления

Для управления цилиндром двустороннего действия необходимо использовать 5/2-распределитель. Распределитель имеет ручное управление от кнопки с фиксацией.

*Постановка задачи №2.*

Шток цилиндра двустороннего действия должен выдвигаться при нажатии на кнопку и втягиваться после ее отпускания.

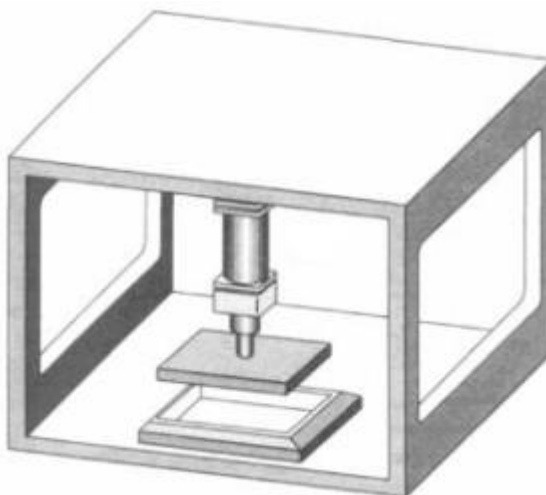


Рисунок 2 - Эскиз объекта управления

#### 4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Как поведет себя шток цилиндра, если на короткое время нажать кнопку, а затем отпустить ее?
- 2) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №29

### Моделирование и виртуальное тестирование логических функций «И», «ИЛИ» в пневматических системах управления в среде FluidSim

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучения основных приемов работы в программном пакете FluidSIM и получение практических навыков по моделированию и виртуальному тестированию логических функций «И», «ИЛИ» в пневматических системах управления в среде FluidSim.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении практической работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Изучите основные приемы работы в программном пакете FluidSIM.
- 2) Спроектируйте принципиальную схему управления на базе логико-вычислительных элементов. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 3) Смоделируйте схему в программном пакете FluidSIM.
- 4) Протестируйте работу схемы.

#### 3 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

*Постановка задачи №1.*

Оператор может находиться около стойки с цилиндром или около панели управления, но в любом случае он должен быть в состоянии активизировать работу пневматической системы.

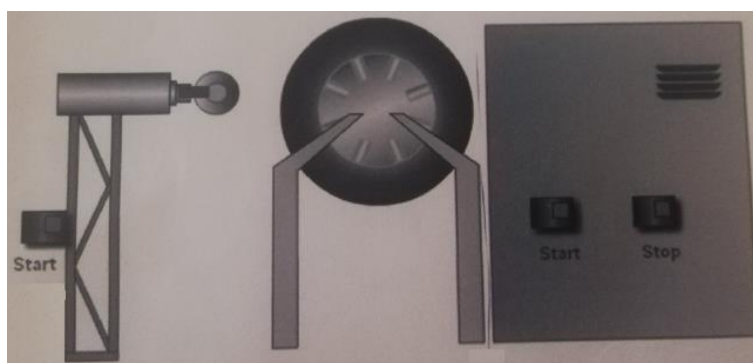


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления

*Постановка задачи №2.*

В данной ситуации из соображений безопасности оператора поршень цилиндра должен выдвигаться при воздействии на две кнопки без фиксации одновременно.





Рисунок 2 - Эскиз объекта управления

### *Постановка задачи №3.*

Ворота склада должны открываться и закрываться как изнутри, так и снаружи. Внутри и снаружи склада размещены соответственно по две пневматические кнопки для открытия и закрытия ворот. Внутри есть дополнительный пневматический распределитель для того, чтобы блокировать открытие ворот кнопками, которые установлены снаружи.

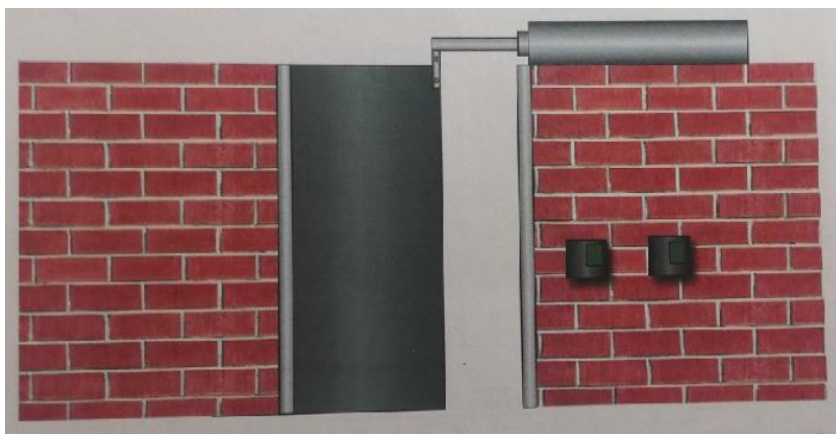


Рисунок 3 - Эскиз объекта управления

## **4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №30

### Моделирование и виртуальное тестирование логических функций «И», «ИЛИ» в релейно-контактных системах управления в среде FluidSim

#### 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучения основных приемов работы в программном пакете FluidSIM и получение практических навыков по моделированию и виртуальному тестированию логических функций «И», «ИЛИ» в релейно-контактных системах управления в среде FluidSim.

#### 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении практической работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Изучите основные приемы работы в программном пакете FluidSIM.
- 2) Спроектируйте принципиальную схему управления исполнительными органами от элементов управления через логические функции. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все соединительные линии (каналы).
- 3) Смоделируйте схему в программном пакете FluidSIM.
- 4) Протестируйте работу схемы.

#### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*Логическая функция «И».*

Для реализации логической функции «И» устройства ввода электрических сигналов располагают последовательно в одной ветви электроцепи. Управляющий сигнал на входе электропривода Y1 будет только в том случае, если есть оба вводимых сигнала, т.е. включены обе кнопки S1 и S2.

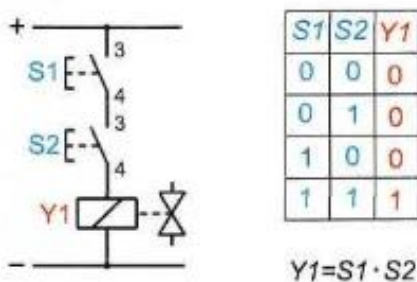


Рисунок 1 - Реализация логической функции «И»

Логическая функция «ИЛИ».

Для реализации логической функции «ИЛИ» устройства ввода электрических сигналов располагают в параллельно работающих ветвях электроцепи. Сигнал на электромагнит  $Y1$  распределителя будет подан в том случае, если есть сигнал на выходе хотя бы одного из выключателей  $S1$  или  $S2$ .

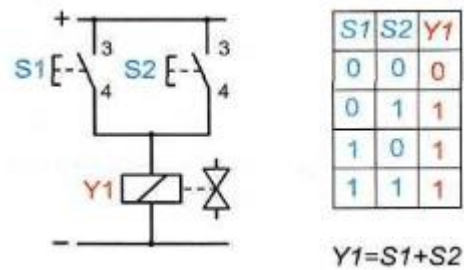


Рисунок 2 - Реализация логической функции «ИЛИ»

#### 4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

##### *Постановка задачи №1.*

Машина для обрезки листов бумаги до заданного формата на базе пневмоцилиндра двухстороннего действия (рисунок 3). Для обеспечения безопасности работы оператора пуск должен производиться только при нажатии двух кнопок. Возврат резака осуществляется автоматически после выполнения рабочей операции.

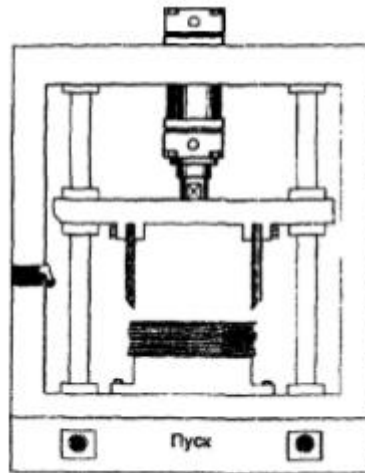


Рисунок 3 - Эскиз объекта управления (схема бумагорезательной машины)

##### *Постановка задачи №2.*

Коробки подаются на транспортный конвейер с двух упаковочных рабочих мест с помощью пневматического толкателя (рисунок 4). Выдвижение штока толкателя производится с левого или правого рабочего места при кратковременном нажатии на любую из кнопок «Пуск». Возврат толкателя в исходную позицию осуществляется автоматически.

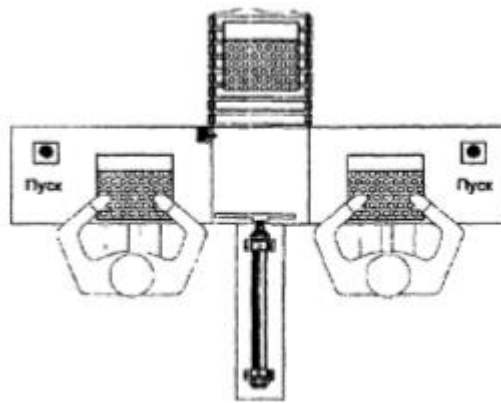


Рисунок 3 - Эскиз объекта управления (схема работы толкателя)

## 5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1) Опишите принцип действия систем, используя их принципиальные схемы.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №31**

### **Моделирование и виртуальное тестирование систем управление пневмоцилиндрами по времени в среде FluidSim**

#### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью работы является изучения основных приемов работы в программном пакете FluidSIM и получение практических навыков по моделированию и виртуальному тестированию систем управление пневмоцилиндрами по времени в среде FluidSim.

#### **2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

При выполнении практической работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Изучите основные приемы работы в программном пакете FluidSIM.
- 2) Спроектируйте принципиальную схему управления пневмоцилиндрами по времени. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).
- 3) Смоделируйте схему в программном пакете FluidSIM.
- 4) Протестируйте работу схемы.

#### **3 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

*Постановка задачи №1.*

В машине для литья под давлением металл подается в пресс-форму пневмоприводным поршнем (рисунок 1). При кратковременном нажатии на пусковую кнопку поршень опускается и вытесняет металл из камеры прессования в пресс-форму В таком положении поршень находится 5 секунд для того, чтобы образовалась отливка. После временной выдержки поршень возвращается в исходную позицию.

Дополнительные условия:

- скорость прямого и обратного хода должна быть регулируемой;
- выдвижение штока цилиндра возможно только в том случае, если он находится в крайнем втянутом положении.

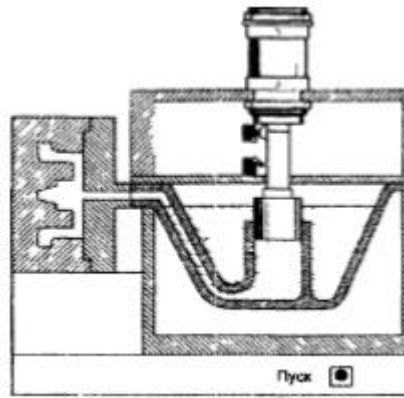


Рисунок 1 - Эскиз объекта управления (схема машины для литья под давлением)

#### *Постановка задачи №2.*

На прессе осуществляется запрессовка бронзовой втулки в крышку цилиндра. Для того чтобы не допустить попадание рук оператора в опасную зону при рабочем ходе пресса, его пуск осуществляется нажатием двух кнопок. С целью исключения попытки управления прессом одной пусковой кнопкой (при принудительно зафиксированной во включенном положении второй кнопке) интервал между нажатием пусковых кнопок не должен превышать 0,5с. При отпуске одной, или обеих кнопок шток приводного цилиндра немедленно втягивается.

#### **4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1) Опишите принцип действия систем, используя их принципиальные схемы.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №32**  
**Изучение инструментальной среды TRACE MODE**

## **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью работы является изучение назначения и состава SCADA-системы TRACE MODE 6, получение навыков работы с инструментальной системой TRACE MODE 6.

## **2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

При выполнении практической работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) Создайте систему мониторинга, содержащую один узел АРМ, внутренний генератор сигнала и элементы отображения его значений с помощью различных средств операторского интерфейса.
- 2) В состав системы введите функцию управления.

## **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

### **3.1. Теоретическая часть**

Большинство систем автоматизации функционирует с участием человека (оператора, диспетчера). Интерфейс между человеком и системой называют человеко-машинным интерфейсом (ЧМИ), в зарубежной литературе — HMI (Human-Machinery Interface) или MMI (Man- Machinery Interface). В частном случае, когда ЧМИ предназначен для взаимодействия человека с автоматизированным технологическим процессом, его называют SCADA-системой (Supervisory Control And Data Acquisition). Этот термин переводится буквально как «диспетчерское управление и сбор данных», но на практике его трактуют гораздо шире, а современные SCADA-пакеты включают в себя широчайший набор функциональных возможностей, далеко выходящий за рамки сбора данных и диспетчерского управления.

**Функции SCADA.** К настоящему времени SCADA-система является обязательным атрибутом автоматизированной системы оперативнодиспетчерского управления. SCADA-системы устанавливаются на диспетчерских станциях, локальных технологических станциях, а также на операторских станциях различного назначения. Аппаратной платформой для SCADA-систем служат рабочие станции на базе промышленных персональных компьютеров (ППК), панельные компьютеры и операторские панели. Отдельные компактные модификации SCADA-систем устанавливаются во флэш-памяти контроллеров (например, Trace Mode, MasterSCADA и др.).

Существующие в настоящее время SCADA-пакеты выполняют множество функций, которые можно разделить на несколько групп:

- настройка SCADA на конкретную задачу (т.е. разработка программной части системы автоматизации);
- диспетчерское управление;
- автоматическое управление;
- хранение истории процессов;
- выполнение функций безопасности;
- выполнение общесистемных функций.

Несмотря на множество функций, выполняемых SCADA, основным ее отличительным признаком является наличие интерфейса с пользователем. При отсутствии такого интерфейса перечисленные выше функции совпадают с функциями средств программирования контроллеров, а управление является автоматическим, в противоположность диспетчерскому.

Качество решений, принятых оператором (диспетчером), часто влияет не только на качество производимой продукции, но и на жизнь людей. Поэтому комфорт рабочего места, понятность интерфейса, наличие подсказок и блокировка явных ошибок оператора являются наиболее важными свойствами SCADA, а дальнейшее их развитие осуществляется в направлении улучшения эргономики и создания экспертных подсистем.

Иногда SCADA комплектуются средствами для программирования контроллеров, однако эта функция вызвана коммерческими соображениями и слабо связана с основным назначением SCADA.

**Разработка человеко-машинного интерфейса.** Одной из основных функций SCADA является разработка человеко-машинного интерфейса, т.е. SCADA одновременно является и ЧМИ, и инструментом для его создания. Быстрота разработки существенно влияет на рентабельность фирмы, выполняющей работу по внедрению системы автоматизации, поэтому скорость разработки является основным показателем качества SCADA с точки зрения системного интегратора. В процесс разработки входят следующие операции:

- создание графического интерфейса (мнемосхем, графиков, таблиц, всплывающих окон, элементов для ввода команд оператора и т.д.);
- программирование и отладка алгоритмов работы системы автоматизации. Многие SCADA позволяют выполнять отладку системы как в режиме эмуляции оборудования, так и с подключенным оборудованием;
- настройка системы коммуникации (сетей, модемов, коммуникационных контроллеров и т.п.); создание баз данных и подключение к ним SCADA.



**SCADA как система диспетчерского управления.** Как система диспетчерского управления SCADA может выполнять следующие задачи:

- взаимодействие с оператором (выдача визуальной и слуховой информации, передача в систему команд оператора);
- помощь оператору в принятии решений (функции экспертной системы);
- автоматическая сигнализация об авариях и критических ситуациях;
- выдача информационных сообщений на пульт оператора;
- ведение журнала событий в системе;
- извлечение информации из архива и представление ее оператору в удобном для восприятия виде;
- подготовка отчетов (например, распечатка таблицы температур, графиков смены операторов, перечня действий оператора);
- учет наработки технологического оборудования.

**SCADA как часть системы автоматического управления.** Основная часть задач автоматического управления выполняется, как правило, с помощью ПЛК, однако часть задач может возлагаться на SCADA. Кроме того, во многих небольших системах управления ПЛК могут вообще отсутствовать, и тогда компьютер с установленной SCADA является единственным средством управления. SCADA обычно выполняет следующие задачи автоматического управления:

- автоматическое регулирование;
- управление последовательностью операций в системе автоматизации;
- адаптация к изменению условий протекания технологического процесса;
- автоматическая блокировка исполнительных устройств при выполнении заранее заданных условий.

**Хранение истории процесса.** Знание предыстории управляемого процесса позволяет улучшить будущее поведение системы, проанализировать причины возникновения опасных ситуаций или брака продукции, выявить ошибки оператора. Для создания истории система выполняет следующие операции:

- сбор данных и их обработка (цифровая фильтрация, интерполяция, сжатие, нормализация, масштабирование и т.д.);
- архивирование данных (действий оператора, собранных и обработанных данных, событий, алармов, графиков, экранных форм, файлов конфигурации, отчетов и т.п.);
- управление базами данных (реального времени и архивных).

**Общесистемные функции.** Поскольку SCADA обычно является единственной программой для управления системой автоматизации, на нее могут возлагаться также некоторые общесистемные функции:

- осуществление взаимодействий между несколькими SCADA, между SCADA и другими программами (MS Office, базой данных, MATLAB и т.п.);
- диагностика аппаратуры, каналов связи и программного обеспечения.

### **3.2. Описание используемых программных комплексов.**

TRACE MODE 6 – это программный комплекс, предназначенный для разработки и запуска в реальном времени распределенных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и решения ряда задач управления предприятием (АСУП). Для решения задач АСУП в TRACE MODE 6 интегрирован пакет T-FACTORY.

Комплекс программ TRACE MODE 6 можно разделить на 4 части.

- **Интегрированная среда разработки проекта (ИС)** – единая программная оболочка, содержащая все необходимые средства для разработки проекта. Под проектом в TRACE MODE 6 понимается вся совокупность данных и алгоритмов функционирования распределенной АСУ (АСУТП и/или АСУП), заданных средствами TRACE MODE.

- **Исполнительные модули (мониторы реального времени, МРВ)** – программные модули различного назначения, под управлением которых в реальном времени выполняются составные части проекта, размещаемые на отдельных компьютерах или в контроллерах. Составная часть проекта (набор файлов), размещаемая на отдельном компьютере или в контроллере и выполняемая под управлением одного или нескольких исполнительных модулей TRACE MODE, называется узлом проекта. В общем случае размещение узла на том же аппаратном средстве, на котором он должен исполняться под управлением монитора, не является обязательным – мониторы могут загружать узлы с удаленных аппаратных средств.

- **Драйверы обмена** – драйверы, используемые мониторами TRACE MODE для взаимодействия с устройствами, протоколы обмена с которыми не встроены в мониторы.

- **Дополнительные средства** – программные модули, предназначенные для решения различных задач, за исключением выполнения узлов (например, TRACE MODE Data Center и сервер печати).

В состав инструментальной системы TRACE MODE 6 входят:

- интегрированная среда разработки TRACE MODE 6 IDE (файл tmdevenv.exe);
- профайлеры – отладочные МРВ (файл rtc.exe – с поддержкой графических экранов; файл rtmg32.exe – без поддержки графических экранов);
- бесплатный набор драйверов устройств ввода\вывода;

- библиотека компонентов – файл tmdevenv.tmul и набор ресурсов – обои, логотипы, анимации в каталоге \Lib папки инструментальной системы;
- электронная документация (встроенная справочная система);
- демонстрационные проекты TRACE MODE (примеры систем автоматизации, основанные на имитации технологического процесса).

Запуск инструментальной системы TRACE MODE 6 производится двойным щелчком левой кнопки (ЛК) мыши по иконке рабочего стола Windows или из меню «ПУСК/Все программы/Trace Mode 6/TRACE MODE IDE 6».

Конечным результатом работы инструментальной системы TRACE MODE 6 является набор файлов, предназначенных для исполнения задач АСУ в мониторах реального времени на АРМах и в контроллерах. В рассматриваемых далее случаях в качестве МРВ для АРМ будет использоваться профайлер с поддержкой графических экранов rtc.exe, а для контроллера - без поддержки графических экранов rtmg32.exe, расположенные в директории инструментальной системы TRACE MODE 6. Профайлер позволяет запускать на компьютере с установленной инструментальной системой один узел разработанного проекта. Запуск профайлера производится щелчком ЛК мыши на иконке рабочего стола Windows.

**Принципы разработки проекта в ИС.** ИС объединяет в единой оболочке навигатор и набор редакторов для создания всех составляющих проекта. ИС имеет многооконный интерфейс. В ИС поддерживаются стандартные операции изменения размеров и перемещения окон. В навигаторе структура проекта представлена в виде дерева. Корневые группы этого дерева (слои) предопределены и создаются автоматически при создании нового проекта (слои отображаются в левом окне навигатора). Элементарные структурные составляющие (листья структурного дерева) называются компонентами проекта. Например, компонентами проекта являются: канал; канал, вызывающий шаблон; шаблон; источник данных и т.д. Группы компонентов, которые могут быть созданы в структуре проекта, предназначены для структурирования проекта. Структурирование в значительной степени облегчает редактирование проекта.

В ряде случаев группы имеют и другой, вполне определенный, смысл – например, узлы проекта создаются как корневые группы слоя Система. Слои и группы компонентов могут содержать только определенные группы компонентов и компоненты.

В правом окне навигатора отображается содержимое слоя (группы), выделенной в левом окне, – таким образом, компоненты проекта могут быть отображены только в правом окне.

Все разновидности объектов структурного дерева предопределены и имеют предопределенную кодировку TRACE MODE, которая может быть изменена в окне свойств или редакторе объекта. Каждому объекту структурного дерева при его создании присваивается по

определенному алгоритму уникальный идентификатор (ID), отображаемый во всплывающей подсказке. По этим идентификаторам объекты структуры анализируются мониторами TRACE MODE.

Структура проекта редактируется в навигаторе с помощью команд меню Проект, контекстного меню и панелей инструментов, а также с помощью метода drag-and-drop.

Технология разработки проекта в ИС. Разработка проекта в ИС включает следующие процедуры:

- создание структуры проекта в навигаторе;
- конфигурирование или разработка структурных составляющих – например, разработка шаблонов графических экранов оператора, разработка шаблонов программ, описание источников/приемников и т.д.;
- конфигурирование информационных потоков;
- выбор аппаратных средств АСУ (компьютеров, контроллеров и т.п.);
- создание узлов в слое Система и их конфигурирование;
- распределение каналов, созданных в различных слоях структуры, по узлам и конфигурирование интерфейсов взаимодействия компонентов в информационных потоках;
- сохранение проекта в единый файл для последующего редактирования;
- экспорт узлов в наборы файлов для последующего запуска под управлением мониторов TRACE MODE.

Перечисленные процедуры (за исключением двух заключительных) и входящие в их состав операции могут выполняться в произвольном порядке. Например, можно начинать разработку проекта с разработки шаблонов графических экранов оператора, с создания узлов и их каналов в слое Система (если аппаратные средства АСУ известны заранее), можно конфигурировать каналы и информационные потоки после распределения каналов по узлам и т.п.

**Сохранение проекта для редактирования.** По команде Сохранить (Ctrl-S) или Сохранить как (Ctrl-Shift-S) из меню Файл проект сохраняется в бинарный файл с расширением prj для последующего редактирования в ИС.

При выполнении этих команд пользовательские библиотеки компонентов сохраняются в файл tmdevenv.tmul (в директории ИС).

В ИС предусмотрено резервирование предыдущей версии файлов prj и tmul – при повторном выполнении команды Сохранить расширение файлов, сохраненных ранее, изменяются соответственно на -prj и -tmul.

**Сохранение проекта для запуска.** По команде Сохранить для МРВ меню Файл или панели инструментов ИС все узлы экспортируются в наборы файлов для их последующего копирования на

аппаратные средства, на которых они должны исполняться под управлением мониторов TRACE MODE.

Параметры экспорта узлов задаются в диалоге конфигурирования ИС.

Перед экспортом узлов проект должен быть сохранен в файл prj.

При выполнении команды Сохранить для MPB в директории, содержащей файл prj, создается поддиректория <имя файла prj без расширения>, в которой для каждого узла создается папка с набором файлов. Папка узла имеет имя, заданное для узла при его конфигурировании в ИС (с заменой пробелов символами "\_"). Файлы узлов, имеющих одинаковые имена в ИС, экспортируются в одну папку.

Необходимым условием экспорта узла является наличие в нем хотя бы одного канала.

По команде Сохранить узел для MPB из меню Проект или контекстного меню навигатора выделенный узел экспортируется в произвольную папку, при этом при повторном экспорте резервные копии узла не создаются.

ИС снабжена развитой справочной системой и контекстной справкой, для вызова которой нужно нажать кнопку Справка или функциональную клавишу F1 в диалоге/редакторе. Начать работу в интегрированной среде разработки TRACE MODE 6 можно без подробного изучения всей документации – в разделе Быстрый старт справочной системы приведены примеры простейших проектов, в ходе изучения которых можно получить представление о работе в ИС.

#### **4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

1) Создать систему мониторинга, содержащую один узел АРМ, внутренний генератор сигнала и элементы отображения его значений с помощью различных средств операторского интерфейса.

2) В состав системы ввести функцию управления.

3) Реализовать взаимодействие системы с приложением Windows по протоколу обмена DDE.

##### **Методика выполнения задания:**

1) Изучите раздел справочной системы Быстрый старт: Введение.

2) Изучите раздел справочной системы Быстрый старт: Часть первая – Нарисуй и запусти.

3) Последовательно выполните все действия, описанные в подразделах Создание простейшего проекта, Добавление функции управления, Простейшая обработка данных, Связь по протоколу DDE с приложением MS Windows на примере Excel.

#### **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Для чего предназначены SCADA-системы?
- 2) Какие основные функции выполняют SCADA-системы?
- 3) Для чего предназначена система Trace Mode?
- 4) Из каких модулей состоит система Trace Mode?
- 5) Какие средства Trace Mode используются для проектирования АСУ ТП?
- 6) Как производится отладка системы в среде Trace Mode?
- 7) Как производится запуск на выполнение системы в режиме реального времени?

## ЛИТЕРАТУРА

### Основные источники:

1. Акопов А.С. Компьютерное моделирование: учебник и практикум для СПО / А.С. Акопов. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 389 с. – (Серия: Профессиональное образование).
2. Боев В.Д. Компьютерное моделирование систем: учеб. пособие для СПО – В.Д. Боев. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 253 с. – (Серия: Профессиональное образование).
3. Боресков А.В. Компьютерная графика: учебник и практикум для СПО / А.В. Боресков, Е.В. Шикин. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 219 с. – (Серия: Профессиональное образование).
4. Ким Д.П. Основы автоматического управления: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Д.П. Ким. - М.: Издательство Юрайт, 2022. – 276 с. – (Серия: Профессиональное образование).

### Дополнительные источники:

1. Коломейцева М.Б. Системы автоматического управления при случайных воздействиях: учеб. пособие для СПО / М.Б. Коломейцева, В.М. Беседин. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 104 с. – (Серия: Профессиональное образование).
2. Коломейцева М.Б. Основы импульсной и цифровой техники: учеб. пособие для СПО / М.Б. Коломейцева, В.М. Беседин, Т.В. Ягодкина. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 124 с. – (Серия: Профессиональное образование).
3. Рачков М.Ю. Автоматизация производства: учебник для СПО / М.Ю. Рачков. – 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2022. – 180 с. – (Серия: Профессиональное образование).
4. Селезнев В.А. Компьютерная графика: учебник и практикум для СПО / В.А. Селезнев, С.А. Дмитроченко. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 218 с. – (Серия: Профессиональное образование).
5. Серебряков А.С. Автоматика: учебник и практикум для СПО / А.С. Серебряков, Д.А. Семенов, Е.А. Чернов; под общ. ред. А.С. Серебрякова. М.: Издательство Юрайт, 2022. – 431 с. – (Серия: Профессиональное образование).
6. Советов Б.Я. Компьютерное моделирование систем. Практикум: учеб. пособие для СПО / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – 4-е изд., пер. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 295 с. – (Серия: Профессиональное образование).
7. Советов Б.Я. Информационные технологии: учебник для СПО / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский. – 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 327 с. – (Серия: Профессиональное образование).

8. Терёхин В.Б. Компьютерное моделирование систем электропривода в Simulink: учебное пособие для СПО / В.Б. Терёхин, Ю.Н. Дементьев. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 306 с. – (Серия: Профессиональное образование).
9. Троценко В.В. Системы управления технологическими процессами и информационные технологии: учеб. пособие для СПО / В.В. Троценко, В.К. Федоров, А.И.Забудский, В.В. Комендантов. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 136 с. – (Серия: Профессиональное образование).
10. Хейфец А.Л. Инженерная 3D-компьютерная графика. В 2 т. Том 2: учебник и практикум для СПО / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева; под ред. А.Л. Хейфеца. – 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 279 с. – (Серия: Профессиональное образование).
11. Шишмарёв В.Ю. Автоматика: учебник для СПО / В.Ю. Шишмарёв. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 280 с. – (Серия: Профессиональное образование).
12. Ягодкина Т.В. Основы автоматического управления: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Т.В. Ягодкина, В.М. Беседин. М.: Издательство Юрайт, 2021. – 470 с. – (Серия: Профессиональное образование).



УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по УМР  
Тихонова И.Н.  
«01» сентября 2022 г.

### **КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

МДК 01.02 Тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации  
с формированием пакета технической документации

специальность

**15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и  
производств (по отраслям)**

2022 г.

## ОДОБРЕН

Цикловой методической комиссией

Председатель ЦМК

И.В. Ефимова

«01» сентября 2022 г.

Комплект контрольно-оценочных средств по междисциплинарному курсу МДК.01.02 разработан на основе стандарта по специальности **15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации (МИНОБРНАУКИ России) 09.12.2016г. № 1582

### Организация-разработчик:

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Южно-Уральский многопрофильный колледж»

### Разработчик:

Ефимова И.В., преподаватель ГБПОУ «Южно-Уральский многопрофильный колледж»

## 1. Паспорт комплекта оценочных средств

### 1.1. Область применения

Комплект оценочных средств предназначен для проверки результатов освоения профессионального модуля (далее ПМ) программы подготовки по специальности **15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)**, входящей в укрупненную группу специальностей **15.00.00 Машиностроение**, в части освоения профессиональными компетенциями (ПК), соответствующими основного вида профессиональной деятельности: Осуществлять разработку и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учётом специфики технологических процессов.

#### Комплект оценочных средств позволяет оценивать:

Освоение профессиональных компетенций (ПК), соответствующих виду профессиональной деятельности, и элементов общих компетенций (ОК):

Таблица 1

Профессиональные и общие компетенции	Показатели оценки результата	Средства проверки (№№ заданий)
ПК 1.1. Осуществлять анализ имеющихся решений для выбора программного обеспечения для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания.	-анализирует имеющиеся решения по выбору программного обеспечения для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации; -выбирает и применяет программное обеспечение для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания; -создает и тестирует модели элементов систем автоматизации на основе технического задания	выполнение заданий аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы (в соответствии с КТП)
ПК 1.2. Разрабатывать виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания.	-разрабатывает виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания; -использует методику построения виртуальной модели; -использует пакеты прикладных программ (CAD/CAM – системы) для разработки виртуальной модели элементов систем автоматизации; -использует автоматизированные рабочие места техника для разработки виртуальной модели элементов	выполнение заданий аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы (в соответствии с КТП)

Профессиональные и общие компетенции	Показатели оценки результата	Средства проверки (№№ заданий)
	систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания	
ПК 1.3. Проводить виртуальное тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации для оценки функциональности компонентов.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-проводит виртуальное тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации;</li> <li>-проводит оценку функциональности компонентов;</li> <li>-использует автоматизированные рабочие места техника для виртуального тестирования разработанной модели элементов систем автоматизации для оценки функциональности компонентов</li> </ul>	выполнение заданий аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы (в соответствии с КТП)
ПК 1.4. Формировать пакет технической документации на разработанную модель элементов систем автоматизации.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-использует пакеты прикладных программ (CAD/CAM – системы) для разработки технической документации на проектирование элементов систем автоматизации;</li> <li>-оформляет техническую документацию на разработанную модель элементов систем автоматизации, в том числе с использованием средств САПР;</li> <li>-читает и понимает чертежи и технологическую документацию</li> </ul>	выполнение заданий аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы (в соответствии с КТП)
ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- владеет разнообразными методами (в том числе инновационными) для осуществления профессиональной деятельности;</li> <li>- использует специальные методы и способы решения профессиональных задач в конкретной области и на стыке областей;</li> <li>- разрабатывает вариативные алгоритмы решения профессиональных задач</li> </ul>	выполнение заданий аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы (в соответствии с КТП)

Профессиональные и общие компетенции	Показатели оценки результата	Средства проверки (№№ заданий)
	<p>деятельности применительно к различным контекстам;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирает эффективные технологии и рациональные способы выполнения профессиональных задач</li> </ul>	
<p>ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- планирует информационный поиск из широкого набора источников, необходимого для эффективного выполнения профессиональных задач и развития собственной профессиональной деятельности и деятельности подчиненного персонала;</li> <li>- анализирует информацию, выделяет в ней главные аспекты, структурирует, презентует;</li> <li>- владеет способами систематизации и интерпретирует полученную информацию в контексте своей деятельности и в соответствии с задачами информационного поиска</li> </ul>	<p>выполнение заданий аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы (в соответствии с КТП)</p>
<p>ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проводит объективный анализ качества результатов собственной деятельности и указывает субъективное значение результатов деятельности;</li> <li>- принимает управленческие решения по совершенствованию собственной деятельности;</li> <li>- организует собственное профессиональное развитие и самообразование в целях эффективной профессиональной и личностной самореализации и развития карьеры;</li> <li>- занимается самообразованием для решения четко определенных, сложных и нестандартных проблем в</li> </ul>	<p>выполнение заданий аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы (в соответствии с КТП)</p>

Профессиональные и общие компетенции	Показатели оценки результата	Средства проверки (№№ заданий)
	области профессиональной деятельности	
ОК 4. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучает членов группы (команды) рациональным приемам по организации деятельности для эффективного выполнения коллективного проекта;</li> <li>- распределяет объем работы среди участников коллективного проекта;</li> <li>- справляется с кризисами взаимодействия совместно с членами группы (команды);</li> <li>- проводит объективный анализ и указывает субъективное значение результатов деятельности;</li> <li>- использует вербальные и невербальные способы эффективной коммуникации с коллегами, руководством, клиентами и другими заинтересованными сторонами</li> </ul>	выполнение заданий аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы (в соответствии с КТП)
ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использует вербальные и невербальные способы коммуникации на государственном языке с учетом особенностей и различий социального и культурного контекста;</li> <li>- соблюдает нормы публичной речи и регламент;</li> <li>- самостоятельно выбирает стиль монологического высказывания (служебный доклад, выступление на совещании, презентация проекта и т.п.) в зависимости от его цели и целевой аудитории и с учетом особенностей и различий социального и культурного контекста;</li> <li>- создает продукт письменной коммуникации определенной структуры на государственном языке;</li> </ul>	выполнение заданий аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы (в соответствии с КТП)

Профессиональные и общие компетенции	Показатели оценки результата	Средства проверки (№№ заданий)
	- самостоятельно выбирает стиль (жанр) письменной коммуникации на государственном языке в зависимости от цели, содержания и адресата	
ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.	- соблюдает нормы экологической чистоты и безопасности; - осуществляет деятельность по сбережению ресурсов и сохранению окружающей среды	выполнение заданий аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы (в соответствии с КТП)
ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	- планирует информационный поиск; - принимает решение о завершении (продолжении) информационного поиска на основе оценки достоверности (противоречивости) полученной информации для решения профессиональных задач; - осуществляет обмен информацией с использованием современного оборудования и программного обеспечения, в том числе на основе сетевого взаимодействия; - анализирует информацию, выделяет в ней главные аспекты, структурирует, презентует	выполнение заданий аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы (в соответствии с КТП)

Освоение умений и усвоение знаний

Таблица 2

Освоенные умения, усвоенные знания	Показатели оценки результата	№№ заданий для проверки
<b>уметь:</b>		
<b>У1.</b> Анализировать технические проекты и другую техническую документацию для выбора программного обеспечения для создания модели	Обоснованность анализа технических проектов и другой технической документации для выбора программного обеспечения для создания модели элементов систем автоматизации.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.

элементов систем автоматизации		
<b>У2.</b> Выбирать и применять программное обеспечение для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания	Обоснованность выбора и применения программного обеспечения для создания и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>У3.</b> Создавать и тестировать модели элементов систем автоматизации на основе технического задания	Правильность разработки и тестирования модели элементов систем автоматизации на основе технического задания.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>У4.</b> Разрабатывать виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания	Правильность разработки виртуальной модели элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>У5.</b> Использовать методику построения виртуальной модели	Правильность использования методики построения виртуальной модели.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>У6.</b> Использовать пакеты прикладных программ (CAD/CAM – системы) для разработки виртуальной модели элементов систем автоматизации	Применение пакетов прикладных программ (CAD/CAM – системы) для разработки виртуальной модели элементов систем автоматизации.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>У7.</b> Использовать автоматизированные рабочие места техника для разработки виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания	Правильность использования автоматизированных рабочих мест техника для разработки виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>У8.</b> Проводить виртуальное тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации	Правильность проведения тестирования разработанной модели элементов систем автоматизации.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>У9.</b> Проводить оценку функциональности компонентов	Правильность проведения оценки функциональности компонентов.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>У10.</b> Использовать автоматизированные рабочие места техника для виртуального тестирования	Правильность использования автоматизированных рабочих мест техника для виртуального тестирования разработанной	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.



разработанной модели элементов систем автоматизации для оценки функциональности компонентов	модели элементов систем автоматизации для оценки функциональности компонентов.	
<b>У11.</b> Использовать пакеты прикладных программ (CAD/CAM – системы) для разработки технической документации на проектирование элементов систем автоматизации	Правильность использования пакетов прикладных программ (CAD/CAM – системы) для разработки технической документации на проектирование элементов систем автоматизации	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>У12.</b> Оформлять техническую документацию на разработанную модель элементов систем автоматизации, в том числе с использованием средств САПР	Правильность оформления технической документации на разработанную модель элементов систем автоматизации, в том числе с использованием средств САПР.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>У13.</b> Читать и понимать чертежи и технологическую документацию	Правильность чтения и понимания чертежей и технологической документации.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>знать:</b>		
<b>З1.</b> Назначение элементов и блоков систем управления, особенности их работы, возможности применения, основные динамические характеристики элементов и систем элементов управления	Четкость понимания назначения элементов и блоков систем управления, особенностей их работы, возможностей применения, основных динамических характеристик элементов и систем элементов управления.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>З2.</b> Технические характеристики элементов систем автоматизации, принципиальные электрические схемы	Четкость понимания технических характеристик элементов систем автоматизации, принципиальных электрических схем.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>З3.</b> Принципы и методы автоматизированного проектирования технических систем	Четкость понимания принципов и методов автоматизированного проектирования технических систем.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>З4.</b> Современное программное обеспечение для создания и выбора систем автоматизации	Четкость представления о современном программном обеспечении для создания и выбора систем автоматизации.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>З5.</b> Критерии выбора современного программного обеспечения для моделирования	Четкость понимания критериев выбора современного программного обеспечения для моделирования элементов систем автоматизации.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.

элементов систем автоматизации		
<b>36.</b> Теоретические основы моделирования	Четкость понимания основ моделирования.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>37.</b> Назначения и области применения элементов систем автоматизации	Четкость понимания назначения и области применения элементов систем автоматизации.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>38.</b> Содержания и правила оформления технических заданий на проектирование	Знание содержания и правил оформления технических заданий на проектирование.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>39.</b> Методики построения виртуальных моделей	Четкость представления о методиках построения виртуальных моделей.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>310.</b> Программное обеспечение для построения виртуальных моделей	Четкость представления о программном обеспечении для построения виртуальных моделей.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>311.</b> Методики разработки и внедрения управляющих программ для тестирования разработанной модели элементов систем автоматизированного оборудования, в том числе с применением CAD/CAM/CAE систем	Четкость представления о методиках разработки и внедрения управляющих программ для тестирования разработанной модели элементов систем автоматизированного оборудования, в том числе с применением CAD/CAM/CAE систем.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>312.</b> Функциональное назначение элементов систем автоматизации	Четкость понимания функционального назначения элементов систем автоматизации.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>313.</b> Основы технической диагностики средств автоматизации	Четкость понимания основ технической диагностики средств автоматизации.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>314.</b> Основы оптимизации работы компонентов средств автоматизации	Четкость понимания основ оптимизации работы компонентов средств автоматизации.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>315.</b> Состав, функции и возможности использования средств информационной поддержки элементов систем автоматизации на всех стадиях жизненного цикла (CALS-технологии)	Четкость представления о составе, функциях и возможностях использования средств информационной поддержки элементов систем автоматизации на всех стадиях жизненного цикла (CALS-технологии).	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.

<b>316.</b> Классификацию, назначение, область применения и технологические возможности элементов систем автоматизации	Четкость представления о классификации, назначении, области применения и технологических возможности элементов систем автоматизации.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>317.</b> Служебное назначение и конструктивно-технологических признаки разрабатываемых элементов систем автоматизации	Четкость представления о служебном назначении и конструктивно-технологических признаков разрабатываемых элементов систем автоматизации.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.
<b>318.</b> Требования ЕСКД и ЕСТД к оформлению технической документации для элементов систем автоматизации	Знания ЕСКД и ЕСТД к оформлению технической документации для элементов систем автоматизации.	Практические работы. Лабораторные работы. Тесты. Контрольные задания.

## 1.2. Система контроля и оценки освоения программы профессионального модуля

### 1.2.1. Формы промежуточной аттестации по профессиональному модулю

Таблица 3

Элементы модуля, профессиональный модуль	Формы промежуточной аттестации
МДК.01.02. Тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации с формированием пакета технической документации.	Экзамен в 6 семестре

### 1.2.2. Организация контроля и оценки освоения программы междисциплинарного курса МДК.01.02

Итоговый контроль освоения вида профессиональной деятельности осуществляется на экзамене по курсу МДК 01.02.

Экзамен по МДК.01.02 проводится в виде выполнения теоретических и практических заданий, основанных на профессиональных ситуациях. Условием положительной аттестации (вид профессиональной деятельности освоен) на экзамене по курсу является положительная оценка освоения всех профессиональных компетенций по всем контролируемым показателям.

Предметом оценки освоения МДК являются умения и знания. Предметом оценки по практике является приобретение практического опыта, а также освоение общих и профессиональных компетенций.

## 2. Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

### Основные источники:

1. Акопов А.С. Компьютерное моделирование: учебник и практикум для СПО / А.С. Акопов. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 389 с. – (Серия: Профессиональное образование).
2. Боев В.Д. Компьютерное моделирование систем: учеб. пособие для СПО – В.Д. Боев. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 253 с. – (Серия: Профессиональное образование).
3. Боресков А.В. Компьютерная графика: учебник и практикум для СПО / А.В. Боресков, Е.В. Шикин. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 219 с. – (Серия: Профессиональное образование).
4. Ким Д.П. Основы автоматического управления: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Д.П. Ким. - М.: Издательство Юрайт, 2022. – 276 с. – (Серия: Профессиональное образование).

### Дополнительные источники:

1. Коломейцева М.Б. Системы автоматического управления при случайных воздействиях: учеб. пособие для СПО / М.Б. Коломейцева, В.М. Беседин. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 104 с. – (Серия: Профессиональное образование).
2. Коломейцева М.Б. Основы импульсной и цифровой техники: учеб. пособие для СПО / М.Б. Коломейцева, В.М. Беседин, Т.В. Ягодкина. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 124 с. – (Серия: Профессиональное образование).
3. Рачков М.Ю. Автоматизация производства: учебник для СПО / М.Ю. Рачков. – 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2022. – 180 с. – (Серия: Профессиональное образование).
4. Селезнев В.А. Компьютерная графика: учебник и практикум для СПО / В.А. Селезнев, С.А. Дмитроченко. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 218 с. – (Серия: Профессиональное образование).
5. Серебряков А.С. Автоматика: учебник и практикум для СПО / А.С. Серебряков, Д.А. Семенов, Е.А. Чернов; под общ. ред. А.С. Серебрякова. М.: Издательство Юрайт, 2022. – 431 с. – (Серия: Профессиональное образование).
6. Советов Б.Я. Компьютерное моделирование систем. Практикум: учеб. пособие для СПО / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – 4-е изд., пер. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 295 с. – (Серия: Профессиональное образование).
7. Советов Б.Я. Информационные технологии: учебник для СПО / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский. – 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 327 с. – (Серия: Профессиональное образование).
8. Терёхин В.Б. Компьютерное моделирование систем электропривода в Simulink: учебное пособие для СПО / В.Б. Терёхин, Ю.Н. Дементьев. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 306 с. – (Серия: Профессиональное образование).
9. Троценко В.В. Системы управления технологическими процессами и информационные технологии: учеб. пособие для СПО / В.В. Троценко, В.К. Федоров, А.И. Забудский, В.В. Комендантов. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 136 с. – (Серия: Профессиональное образование).
10. Хейфец А.Л. Инженерная 3D-компьютерная графика. В 2 т. Том 2: учебник и практикум для СПО / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева; под ред. А.Л. Хейфеца. – 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 279 с. – (Серия: Профессиональное образование).
11. Шишмарёв В.Ю. Автоматика: учебник для СПО / В.Ю. Шишмарёв. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2021. – 280 с. – (Серия: Профессиональное образование).
12. Ягодкина Т.В. Основы автоматического управления: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Т.В. Ягодкина, В.М. Беседин. М.: Издательство Юрайт, 2021. – 470 с. – (Серия: Профессиональное образование).

### **3. Задания для оценки умений и усвоения знаний**

Текущий контроль освоения студентами материала междисциплинарного курса МДК.01.02 состоит из следующих видов: оперативный и рубежный контроль.

При проведении текущего контроля используются следующие формы: фронтальный опрос; письменное тестирование; письменная контрольная работа; выполнение практических и лабораторных работ; выполнение курсового проекта; подготовка презентации; изучение учебной и справочной литературы.

Устный фронтальный опрос проводится в форме беседы преподавателя с группой. Опрос сочетается с повторением пройденного, являясь средством закрепления знаний и умений, при умелом его использовании за сравнительно небольшое время позволяет осуществить проверку знаний у значительной части студентов группы. При фронтальном опросе на вопросы преподавателя по сравнительно небольшому объему материала краткие ответы (как правило, с места) дают многие студенты.

При проведении аудиторной контрольной работы студент прочитывает задания соответствующего варианта контрольной работы и отвечает письменно на вопросы (решает задания) в любом порядке.

При проведении письменного тестирования студенты должны внимательно прочитать задания теста и выбрать правильные ответы из предложенных вариантов. Количество правильных ответов и максимальное время прохождения теста указывается в задании в зависимости от темы и количества вопросов в тесте.

Практические и лабораторные работы выполняются в соответствии с методическими рекомендациями по их выполнению, оформляются в бумажном варианте в соответствии со стандартом колледжа.

Выполнение презентаций является формой самостоятельной работы студентов. Данная самостоятельная работа выполняется в соответствии с методическими рекомендациями по ее выполнению.

Изучение учебной и справочной литературы является формой самостоятельной работы студентов. Данная самостоятельная работа выполняется в соответствии с методическими рекомендациями по ее выполнению.

# КОМПЛЕКТ КИМ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА

## КИМ № 1

### КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА

#### «Значение автоматизации управления технологическими процессами.

#### Средства автоматизации»

<b>Форма контроля</b>	фронтальный опрос
<b>Вид контроля</b>	оперативный
<b>Условия выполнения задания</b>	В учебной аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», во время проведения теоретического занятия.
<b>Инструкция для студентов</b>	1. Устный фронтальный опрос проводится в форме беседы преподавателя с группой. При фронтальном опросе на вопросы преподавателя по сравнительно небольшому объему материала краткие ответы (как правило, с места) дают многие студенты. 2. Максимальное время выполнения задания: 15 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	Раскройте понятия: 1. Автоматизация 2. Механизация 3. Средства комплексной автоматизации: - автоматический контроль; - автоматическое регулирование; - дистанционное управление; - автоматическая защита; - автоматическая сигнализация; - автоматическая блокировка; - системы автоматического ввода резерва.
<b>Пакет преподавателя</b>	Перечень вопросов
<b>Критерии оценки</b>	<b>оценку «отлично»</b> получают ответы, в которых делаются самостоятельные выводы, дается аргументированная критика и самостоятельный анализ фактического материала на основе глубоких знаний литературы по данной теме; <b>оценка «хорошо»</b> ставится студенту, проявившему полное и знание учебного материала, но нет должной степени самостоятельности; <b>оценка «удовлетворительно»</b> ставится студенту, проявившему знания основного учебного материала в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, но в основном обладающему необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны преподавателя; <b>оценка «неудовлетворительно»</b> ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

**КИМ № 2**  
**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА**  
**«Основные понятия автоматического регулирования»**

<b>Форма контроля</b>	фронтальный опрос
<b>Вид контроля</b>	оперативный
<b>Условия выполнения задания</b>	В учебной аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», во время проведения теоретического занятия.
<b>Инструкция для студентов</b>	1. Устный фронтальный опрос проводится в форме беседы преподавателя с группой. При фронтальном опросе на вопросы преподавателя по сравнительно небольшому объему материала краткие ответы (как правило, с места) дают многие студенты. 2. Максимальное время выполнения задания: 15 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	Раскройте понятия: - регулируемая величина; - текущее значение; - заданное значение; - рассогласование; - возмущающее воздействие; - автоматическое управление; - автоматический регулятор; - управляющее воздействие; - автоматическая система регулирования.
<b>Пакет преподавателя</b>	Перечень вопросов
<b>Критерии оценки</b>	<p><b>оценку «отлично»</b> получают ответы, в которых делаются самостоятельные выводы, дается аргументированная критика и самостоятельный анализ фактического материала на основе глубоких знаний литературы по данной теме;</p> <p><b>оценка «хорошо»</b> ставится студенту, проявившему полное и знание учебного материала, но нет должной степени самостоятельности;</p> <p><b>оценка «удовлетворительно»</b> ставится студенту, проявившему знания основного учебного материала в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, но в основном обладающему необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны преподавателя;</p> <p><b>оценка «неудовлетворительно»</b> ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.</p>

**КИМ № 3**  
**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА**  
**«Классификация систем управления и регулирования»**

<b>Форма контроля</b>	фронтальный опрос
<b>Вид контроля</b>	оперативный
<b>Условия выполнения задания</b>	В учебной аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», во время проведения теоретического занятия.
<b>Инструкция для студентов</b>	1. Устный фронтальный опрос проводится в форме беседы преподавателя с группой. При фронтальном опросе на вопросы преподавателя по сравнительно небольшому объему материала краткие ответы (как правило, с места) дают многие студенты. 2. Максимальное время выполнения задания: 15 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	1. Охарактеризуйте и постройте структурные схемы систем по алгоритму управления. 2. Охарактеризуйте системы в зависимости от вида закономерностей в изменении сигналов. 3. Охарактеризуйте системы по виду зависимости между значениями регулируемой величины и регулирующим воздействием. 4. Охарактеризуйте системы в зависимости от сложности связей между отдельными элементами. 5. Охарактеризуйте системы в зависимости от числа регулируемых величин на объекте.
<b>Пакет преподавателя</b>	Перечень вопросов
<b>Критерии оценки</b>	<p><b>оценку «отлично»</b> получают ответы, в которых делаются самостоятельные выводы, дается аргументированная критика и самостоятельный анализ фактического материала на основе глубоких знаний литературы по данной теме;</p> <p><b>оценка «хорошо»</b> ставится студенту, проявившему полное и знание учебного материала, но нет должной степени самостоятельности;</p> <p><b>оценка «удовлетворительно»</b> ставится студенту, проявившему знания основного учебного материала в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, но в основном обладающему необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны преподавателя;</p> <p><b>оценка «неудовлетворительно»</b> ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.</p>



**КИМ № 4**  
**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА**  
**«Динамические свойства объектов регулирования»**

<b>Форма контроля</b>	фронтальный опрос
<b>Вид контроля</b>	оперативный
<b>Условия выполнения задания</b>	В учебной аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», во время проведения теоретического занятия.
<b>Инструкция для студентов</b>	1. Устный фронтальный опрос проводится в форме беседы преподавателя с группой. При фронтальном опросе на вопросы преподавателя по сравнительно небольшому объему материала краткие ответы (как правило, с места) дают многие студенты. 2. Максимальное время выполнения задания: 15 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	1) Раскройте понятия динамических свойств объектов регулирования: - ёмкость объекта; - самовыравнивание объекта; - запаздывание; 2) Опишите методику определения кривой разгона и параметров объекта регулирования.
<b>Пакет преподавателя</b>	Перечень вопросов
<b>Критерии оценки</b>	<p><b>оценку «отлично»</b> получают ответы, в которых делаются самостоятельные выводы, дается аргументированная критика и самостоятельный анализ фактического материала на основе глубоких знаний литературы по данной теме;</p> <p><b>оценка «хорошо»</b> ставится студенту, проявившему полное и знание учебного материала, но нет должной степени самостоятельности;</p> <p><b>оценка «удовлетворительно»</b> ставится студенту, проявившему знания основного учебного материала в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, но в основном обладающему необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны преподавателя;</p> <p><b>оценка «неудовлетворительно»</b> ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.</p>

**КИМ № 5**  
**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА**  
**«Регулятор как элемент АСР. Классификация регуляторов»**

<b>Форма контроля</b>	фронтальный опрос
<b>Вид контроля</b>	оперативный
<b>Условия выполнения задания</b>	В учебной аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», во время проведения теоретического занятия.
<b>Инструкция для студентов</b>	1. Устный фронтальный опрос проводится в форме беседы преподавателя с группой. При фронтальном опросе на вопросы преподавателя по сравнительно небольшому объему материала краткие ответы (как правило, с места) дают многие студенты. 2. Максимальное время выполнения задания: 15 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	1. Перечислите функции автоматического регулятора. 2. Перечислите виды автоматических регуляторов: - в зависимости от вида регулируемой величины; - по способу действия; - в зависимости от вида вспомогательной энергии, т.е. принципа действия; - в зависимости от скорости перемещения исполнительного механизма; - в зависимости от характера перемещения регулирующего органа; - в зависимости от точности поддержания регулируемой величины.
<b>Пакет преподавателя</b>	Перечень вопросов
<b>Критерии оценки</b>	<p><b>оценку «отлично»</b> получают ответы, в которых делаются самостоятельные выводы, дается аргументированная критика и самостоятельный анализ фактического материала на основе глубоких знаний литературы по данной теме;</p> <p><b>оценка «хорошо»</b> ставится студенту, проявившему полное и знание учебного материала, но нет должной степени самостоятельности;</p> <p><b>оценка «удовлетворительно»</b> ставится студенту, проявившему знания основного учебного материала в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, но в основном обладающему необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны преподавателя;</p> <p><b>оценка «неудовлетворительно»</b> ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.</p>

**КИМ № 6**  
**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА**  
**«Критерии проектирования пневматической системы управления»**

<b>Форма контроля</b>	фронтальный опрос
<b>Вид контроля</b>	оперативный
<b>Условия выполнения задания</b>	В учебной аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», во время проведения теоретического занятия.
<b>Инструкция для студентов</b>	1. Устный фронтальный опрос проводится в форме беседы преподавателя с группой. При фронтальном опросе на вопросы преподавателя по сравнительно небольшому объему материала краткие ответы (как правило, с места) дают многие студенты. 2. Максимальное время выполнения задания: 15 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	1. Перечислите энергоносители, используемые в качестве источников энергии в исполнительных частях автоматических систем. 2. Перечислите критерии выбора и характеристики системы, принимаемые во внимание при выборе источников энергии исполнительной части системы. 3. Перечислите критерии выбора источника энергии для управляющей части системы. 4. Критерии выбора и характеристики системы, принимаемые во внимание при выборе источника энергии для управляющей части системы 5. Перечислите группы изделий включающие пневматические средства автоматики. 6. Перечислите основные требования при проектировании пневматических систем управления.
<b>Пакет преподавателя</b>	Перечень вопросов
<b>Критерии оценки</b>	<p><b>оценку «отлично»</b> получают ответы, в которых делаются самостоятельные выводы, дается аргументированная критика и самостоятельный анализ фактического материала на основе глубоких знаний литературы по данной теме;</p> <p><b>оценка «хорошо»</b> ставится студенту, проявившему полное и знание учебного материала, но нет должной степени самостоятельности;</p> <p><b>оценка «удовлетворительно»</b> ставится студенту, проявившему знания основного учебного материала в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, но в основном обладающему необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны преподавателя;</p> <p><b>оценка «неудовлетворительно»</b> ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.</p>

# КОМПЛЕКТ КИМ ДЛЯ ПИСЬМЕННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

## КИМ №1

### КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПИСЬМЕННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

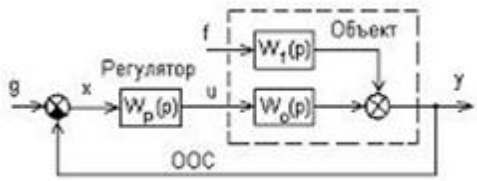
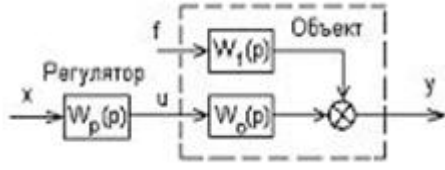
#### «Теория автоматического управления»

<b>Форма контроля</b>	письменное тестирование
<b>Вид контроля</b>	оперативный
<b>Условия выполнения задания</b>	Тест выполняется в аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации». Форма работы индивидуальная
<b>Инструкция для студентов</b>	1. Внимательно прочитайте вопросы и предложенные варианты ответов 2. Выберите для каждого вопроса правильный вариант ответа. Максимальное время выполнения задания: 30 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», стол, бумага, письменные принадлежности.
<b>Перечень вопросов</b>	<p><b>1. Что понимают под понятием «технологический объект»?</b></p> <p>А) Это совокупность технологического оборудования и регламентов технологического процесса производства. В) это технологическое оборудование. С) это совокупность технологического оборудования. D) это совокупность инструкций и регламентов к технологическому процессу производства. Е) это совокупность технологического оборудования и реализованного на нем по соответствующим инструкциям и регламентам технологического процесса производства.</p> <p><b>2. Что понимают под понятием «Автоматизация управления производственным процессом»?</b></p> <p>А) Это процесс внедрения в производственный процесс автоматических устройств и систем. В) Это система управления финансовой деятельностью предприятия. С) Это система управления плановой деятельностью предприятия. D) Это комплекс мероприятий, обеспечивающих управление производственным процессом с помощью системы автоматического управления и человека. Е) Это совокупность автоматических систем и машин, обеспечивающих управление производственным процессом.</p> <p><b>3. Что понимают под понятием «Автоматизированная система управления»?</b></p> <p>А) Машинная система, обеспечивающая автоматизированный сбор и переработку информации, необходимой для оптимизации управления в различных сферах человеческой деятельности. В) Человеко-машинная система, обеспечивающая автоматизированный сбор и переработку информации, необходимой для оптимизации управления в различных сферах человеческой деятельности. С) Система, обеспечивающая автоматизированный сбор и переработку информации, необходимой для оптимизации управления в различных сферах человеческой деятельности. D) Автоматическая система, обеспечивающая автоматизированный сбор и переработку информации, необходимой для оптимизации управления в различных сферах человеческой деятельности. Е) Система, обеспечивающая автоматизированный сбор и переработку информации, необходимой для оптимизации управления в различных сферах человеческой деятельности.</p> <p><b>4. Что понимают под понятием «Автоматизированная система управления технологическими процессами»?</b></p> <p>А) Это автоматизированная система управления для выработки и реализации управляющих воздействий на технологический объект управления в соответствии с принятым критерием качества.</p>

- В) Совокупность объекта управления и управляющего устройства.
- С) Это система для выработки и реализации управляющих воздействий на технологический объект управления в соответствии с принятым критерием качества.
- Д) Это автоматизированная система управления для выработки и реализации управляющих воздействий на технологический объект управления.
- Е) Это система управления технологическим объектом.
- 5. По каким признакам классифицируются технологические объекты?**
- А) Количество измеряемых сигналов.
- В) Способы переработки сырья в готовый продукт.
- С) Добыча сырья, переработка сырья в готовый продукт, транспортировка сырья и готового продукта.
- Д) Количество исполнительных устройств.
- Е) Количество отображаемых сигналов.
- 6. Как классифицируются автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП)?**
- А) Программные, следящие, стабилизации, дискретные, аналоговые, адаптивные.
- В) Информационные, информационно-управляющие, самонастраивающиеся, самообучающиеся.
- С) Самонастраивающиеся и самообучающиеся.
- Д) Информационные, информационно-советующие, информационно-управляющие, самонастраивающиеся, самообучающиеся.
- Е) Информационно-управляющие, самонастраивающиеся, самообучающиеся.
- 7. Какие структуры АСУ ТП нашли применение в промышленном производстве?**
- А) Подчиненные, децентрализованные, иерархические.
- В) Многосвязные, многоконтурные, иерархические.
- С) Разомкнутые, замкнутые, комбинированные.
- Д) С обратными связями.
- Е) Централизованные, децентрализованные, иерархические.
- 8. Что понимают под АСУ?**
- А) Это система, обеспечивающая автоматизированный сбор и переработку информации, необходимой для оптимизации управления предприятием.
- В) Это человеко-машинная система, обеспечивающая автоматический сбор и переработку информации, необходимой для управления предприятием как автономно, так и в составе АСУ производственным объединением.
- С) Это совокупность объекта и системы управления.
- Д) Это организационно-технический комплекс, обеспечивающий организацию контроля и управления промышленным производством на базе использования экономико-математических методов и ЭВМ.
- Е) Это организационно-технический комплекс, обеспечивающий организацию управления промышленным производством.
- 9. Какая существует взаимосвязь между АСУП и АСУ ТП?**
- А) АСУ ТП – это часть АСУП.
- В) Обычно АСУ ТП никак не связана с АСУП.
- С) Обычно АСУ ТП и АСУ связываются друг с другом человеком-оператором.
- Д) Обычно АСУ ТП и АСУ структурно подчиняется АСУП.
- Е) Обычно АСУП структурно подчиняется АСУ ТП.
- 10. Какое определение соответствует понятию «Алгоритм»?**
- А) Это свод правил и указаний, определяющих поведение объекта или системы.
- В) Это математические формулы.
- С) Это система математических символов, определяющих работу объекта управления системы.
- Д) Это указания, определяющие поведение объекта или системы.
- Е) Это свод правил, определяющих поведение объекта или системы.
- 11. Какие формы представления алгоритмов нашли применение в области автоматизации производственных процессов?**
- А) Это блок-схема, логическая схема алгоритма, логические формулы.
- В) Соотношения теории множеств, блок-схема, логическая схема алгоритма.
- С) Блок-схема, логическая схема алгоритма, соотношения теории множеств.
- Д) Содержательная запись, логическая схема алгоритма, логические формулы.

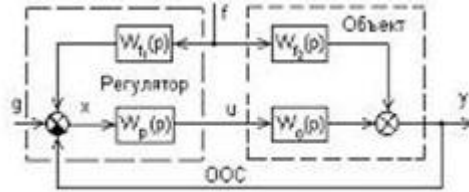
	<p>Е) Содержательная запись, блок-схема, логическая схема алгоритма.</p> <p><b>12. Дайте определение понятию «динамическая система». Это ...</b></p> <p>А) система автоматического регулирования.</p> <p>В) любая система, свойства и поведение которой изменяются во времени.</p> <p>С) устройство, качество работы которого изменяется во времени.</p> <p>Д) система автоматического регулирования.</p> <p>Е) это любая система, свойства и поведение которой изменяются во времени. В математических моделях ДС время является независимым аргументом.</p> <p><b>13. Что понимают под понятием «статическая характеристика»? Это ...</b></p> <p>А) зависимость типа <math>y(t)=f[u(t)]</math>.</p> <p>В) графическая зависимость выходной координаты <math>y</math> от какой-либо входной <math>u</math> или <math>f</math>.</p> <p>С) зависимость выходной координаты (например, <math>y</math>) от входной (например, <math>u</math> или <math>f</math>) при условии, что в системе (объект закончились процессы, связанные с переносом энергии и вещества.</p> <p>Д) совокупность численных значений показателей качества работы объекта или системы.</p> <p>Е) зависимости типа <math>y=f(u)</math>, <math>u=f(y)</math>.</p> <p><b>14. Что понимают под понятием «динамическая характеристика»? Это ...</b></p> <p>А) зависимость выходной координаты <math>Y(t)</math> от времени при действии на систему (объект) входного воздействия типа <math>U(t)=f(t)</math>.</p> <p>В) решение дифференциального уравнения, которое описывает систему (или объект).</p> <p>С) зависимость выходной координаты <math>Y</math> от времени <math>t</math> при воздействии на систему (или объект) внешним возмущением с известными свойствами.</p> <p>Д) зависимость выходной координаты <math>Y(t)</math> от времени.</p> <p>Е) графическая зависимость выходных координат от времени.</p> <p><b>15. Что понимается под устойчивостью динамической системы?</b></p> <p>А) Способность системы оставаться в состоянии покоя или равномерного движения при действии внешних возмущений.</p> <p>В) Динамическая система устойчива, если после прекращения действия на нее внешних возмущающих воздействий она возвращается в прежнее, или приходит в новое устойчивое состояние.</p> <p>С) Динамическая система устойчива, если она остается в покое при действии внешних возмущений.</p> <p>Д) Под устойчивостью понимается способность динамической системы выполнять поставленную перед ней цель.</p> <p>Е) Динамическая система устойчива, если при действии любых возмущений ее состояние не изменится.</p>												
<b>Пакет преподавателя</b>	Тест.												
<b>Критерии оценки</b>	<table border="1"> <tr> <th data-bbox="569 1308 954 1420">Процент результативности (правильные ответы, %)</th><th data-bbox="954 1308 1532 1375">Оценка уровня подготовки</th></tr> <tr> <td data-bbox="569 1375 954 1420"></td><td data-bbox="954 1375 1532 1420">балл (отметка)</td></tr> <tr> <td data-bbox="569 1420 954 1456">90 ÷ 100</td><td data-bbox="954 1420 1532 1456">5</td></tr> <tr> <td data-bbox="569 1456 954 1491">80 ÷ 89</td><td data-bbox="954 1456 1532 1491">4</td></tr> <tr> <td data-bbox="569 1491 954 1527">70 ÷ 79</td><td data-bbox="954 1491 1532 1527">3</td></tr> <tr> <td data-bbox="569 1527 954 1581">менее 70</td><td data-bbox="954 1527 1532 1581">2</td></tr> </table>	Процент результативности (правильные ответы, %)	Оценка уровня подготовки		балл (отметка)	90 ÷ 100	5	80 ÷ 89	4	70 ÷ 79	3	менее 70	2
Процент результативности (правильные ответы, %)	Оценка уровня подготовки												
	балл (отметка)												
90 ÷ 100	5												
80 ÷ 89	4												
70 ÷ 79	3												
менее 70	2												

**КИМ №2**  
**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПИСЬМЕННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ**  
**«Теория автоматического управления»**

<b>Форма контроля</b>	письменное тестирование
<b>Вид контроля</b>	оперативный
<b>Условия выполнения задания</b>	Тест выполняется в аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации». Форма работы индивидуальная.
<b>Инструкция для студентов</b>	1. Внимательно прочитайте вопросы и предложенные варианты ответов. 2. Выберите для каждого вопроса правильный вариант ответа. Максимальное время выполнения задания: 25 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», стол, бумага, письменные принадлежности.
<b>Перечень вопросов</b>	<p>1. Управление без непосредственного участия человека называется:</p> <p>А) автоматическим;  Б) автоматизированным;  С) дистанционным;  Д) телемеханическим;  Е) централизованным.</p> <p>2. Управление с частичным участием человека называется:</p> <p>А) централизованным;  Б) автоматизированным;  С) дистанционным;  Д) автоматическим;  Е) телемеханическим.</p> <p>3. Замкнутой системой по отклонению называется такая система, в которой:</p> <p>А) на вход автоматического регулятора поступает разность задающего воздействия и выходной величины;  Б) на вход автоматического регулятора поступает сумма нескольких задающих воздействий с разными знаками;  С) на вход автоматического регулятора поступает сумма задающего и возмущающего воздействий;  Д) на вход автоматического регулятора поступает сумма задающего, возмущающего воздействий и выходной величины;  Е) на вход автоматического регулятора поступает задающее воздействие.</p> <p>4. На рисунке представлена следующая система автоматического управления:</p>  <p>А) разомкнутая;  Б) замкнутая по возмущению;  С) комбинированная;  Д) адаптивная;  Е) замкнутая по отклонению.</p> <p>5. На рисунке представлена следующая система автоматического управления:</p>  <p>А) комбинированная;  Б) адаптивная;</p>

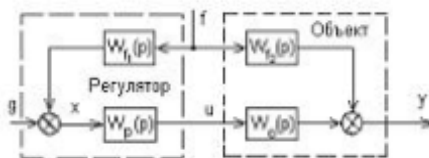
- C) разомкнутая;
- D) замкнутая по отклонению;
- E) замкнутая по возмущению.

**6. На рисунке представлена следующая система автоматического управления:**



- A) адаптивная;
- B) комбинированная;
- C) замкнутая по отклонению;
- D) замкнутая по возмущению;
- E) разомкнутая.

**7. На рисунке представлена следующая система автоматического управления:**



- A) замкнутая по отклонению;
- B) разомкнутая;
- C) комбинированная;
- D) замкнутая по возмущению;
- E) адаптивная.

**8. Система автоматического регулирования, которая характеризуется произвольным законом изменения заданного значения регулируемой величины по времени, называется:**

- A) статической;
- B) астатической;
- C) программной;
- D) следящей;
- E) системой стабилизации.

**9. Система автоматического регулирования, в которой задающее воздействие постоянно во времени, называется:**

- A) астатической;
- B) системой стабилизации;
- C) статической;
- D) программной;
- E) следящей.

**10. Система автоматического регулирования, в которой задающее воздействие изменяется по заранее заданному закону, называется:**

- A) программной;
- B) статической;
- C) астатической;
- D) следящей;
- E) системой стабилизации.

**11. Системой стабилизации называется:**

- A) автоматическая система, в которой отсутствует обратная связь;
- B) автоматическая система, в которой задающее воздействие постоянно;
- C) автоматическая система, в которой задающее воздействие изменяется по заранее заданному закону;
- D) автоматическая система, на которую не воздействуют внешние возмущающие воздействия;
- E) автоматическая система, в которой задающее воздействие изменяется по случайному закону.

**12. Нелинейной называется такая система автоматического регулирования:**

- A) в которой все звенья описываются уравнениями вида  $y=kx$ ;



	<p>В) которая обладает способностью приспосабливаться к изменению внешних условий;</p> <p>Д) все параметры которой изменяются во времени;</p> <p>С) которая описывается линейными дифференциальными уравнениями любого порядка;</p> <p>Е) в состав которой входит хотя бы одно звено, описываемое нелинейными уравнениями.</p> <p><b>13. Импульсной называется такая система автоматического регулирования:</b></p> <p>А) все параметры которой изменяются во времени;</p> <p>В) которая описывается линейными дифференциальными уравнениями любого порядка;</p> <p>С) которая обладает способностью приспосабливаться к изменению внешних условий;</p> <p>Д) в состав которой входит хотя бы одно импульсное звено;</p> <p>Е) в состав которой входит хотя бы одно звено, описываемое уравнениями вида <math>y=kx</math>.</p> <p><b>14. Релейной называется такая система автоматического регулирования:</b></p> <p>А) которая обладает способностью приспосабливаться к изменению внешних условий;</p> <p>В) которая описывается линейными дифференциальными уравнениями любого порядка;</p> <p>С) в состав которой входит хотя бы одно релейное звено;</p> <p>Д) в состав которой входит хотя бы звено, описываемое уравнением вида <math>y=kx</math>;</p> <p>Е) все параметры которой изменяются во времени.</p>	
<b>Пакет преподавателя</b>	Тест.	
<b>Критерии оценки</b>	Процент результативности (правильные ответы, %)	Оценка уровня подготовки
		балл (отметка)
	90 ÷ 100	5
	80 ÷ 89	4
	70 ÷ 79	3
	менее 70	2

**КИМ №3**  
**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПИСЬМЕННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ**  
**«Теория автоматического управления»**

<b>Форма контроля</b>	письменное тестирование
<b>Вид контроля</b>	оперативный
<b>Условия выполнения задания</b>	Тест выполняется в аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации». Форма работы индивидуальная
<b>Инструкция для студентов</b>	<p>1. Внимательно прочитайте вопросы и предложенные варианты ответов.</p> <p>2. Выберите для каждого вопроса правильный вариант ответа.</p> <p>Максимальное время выполнения задания: 40 мин.</p>
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», стол, бумага, письменные принадлежности.
<b>Перечень вопросов</b>	<p>1. Дифференциальные уравнения звеньев составляются на основании:</p> <p>А) законов, определяющих физические процессы в описываемом звене;  В) местоположения в системе автоматического регулирования;  С) функционального назначения звена;  Д) физической сущности выходной величины;  Е) информации о протекании информации через описываемое звено.</p> <p><b>2. Метод графической линеаризации заключается в:</b></p> <p>А) замене исходной нелинейной зависимости уравнением касательной к точке пересечения оси ординат;</p>

	<p>В) замене исходной нелинейной зависимости уравнением прямой, соединяющей точки начала и конца рабочего диапазона;</p> <p>С) замене исходной нелинейной зависимости уравнением касательной в произвольной точке;</p> <p>Д) замене исходной нелинейной зависимости уравнением касательной к точке пересечения оси абсцисс;</p> <p>Е) замене исходной нелинейной зависимости уравнением касательной к точке установившегося режима.</p> <p><b>3. При составлении исходного дифференциального уравнения для звена с двумя входами и одним выходом:</b></p> <p>А) составляют уравнение зависимости выходной величины от выходных (при этом сигналы на всех входах приравнивают к нулю);</p> <p>В) составляют уравнение, которое дает связь между всеми входными величинами;</p> <p>С) составляют уравнения зависимости входных величин от выходной;</p> <p>Д) составляют уравнения отдельно для каждого входа (при этом сигналы на других входах приравнивают к нулю), после чего решают систему из полученных уравнений;</p> <p>Е) составляют уравнение зависимости выходной величины от выходных (при этом сигналы на всех входах приравнивают к единице).</p> <p><b>4. Передаточная функция, это:</b></p> <p>А) отношение изображений выходной величины к входной;</p> <p>В) отношение выходной величины к входной в установившемся режиме;</p> <p>С) величина, определяющая время чистого запаздывания;</p> <p>Д) величина, определяющее время переходного процесса;</p> <p>Е) численное значение, определяющее все характеристики динамического звена.</p> <p><b>5. Коэффициент передачи (усиления), это:</b></p> <p>А) численное значение, определяющее все характеристики динамического звена;</p> <p>В) отношение выходной величины к входной в установившемся режиме;</p> <p>С) отношение выходной величины к входной;</p> <p>Д) величина, определяющая время чистого запаздывания;</p> <p>Е) величина, определяющее время переходного процесса.</p> <p><b>6. Приравненный к нулю знаменатель операторного решения дифференциального уравнения замкнутой системы называется:</b></p> <p>А) передаточной функцией разомкнутой системы;</p> <p>В) передаточной функцией замкнутой системы;</p> <p>С) передаточной функцией замкнутой системы по ошибке;</p> <p>Д) характеристическим уравнением;</p> <p>Е) передаточной функцией разомкнутой системы по ошибке.</p> <p><b>7. «Статическая характеристика» - это ...</b></p> <p>А) зависимость выходной координаты от входной при условии, что в звене (систем закончились процессы, связанные с переносом энергии и вещества;</p> <p>В) это зависимости типа <math>y(t)=f[u(t)]</math>;</p> <p>С) это зависимости типа <math>y=f(u)</math>, <math>u=f(y)</math>;</p> <p>Д) это совокупность численных значений показателей качества работы объекта или системы;</p> <p>Е) это графическая зависимость выходной координаты от какой-либо промежуточной.</p> <p><b>8. Дать определение понятию «динамическая характеристика»</b></p> <p>А) это графическая, табличная или аналитическая зависимости выходных координат от времени до начала переходного процесса;</p> <p>В) под динамической характеристикой звена (системы) понимают зависимость выходной координаты от времени при воздействии на нее внешним воздействием с известными свойствами;</p> <p>С) это решение дифференциального уравнения, описывающего звено (систему) ;</p> <p>Д) это графическая зависимость выходных координат от времени;</p> <p>Е) это зависимость выходной координаты <math>Y(t)</math> от времени после прекращения всех переходных процессов.</p> <p><b>9. Переходная характеристика <math>h(t)</math>, это:</b></p> <p>А) переходной процесс на выходе звена (системы), вызванный плавным изменением возмущающего воздействия;</p> <p>В) реакция звена (системы) на единичное импульсное воздействие;</p>
--	--

	<p>С) статическая характеристика звена (системы);</p> <p>Д) реакция звена (системы) на гармоническое воздействие;</p> <p>Е) переходной процесс на выходе звена (системы), вызванный единичным ступенчатым воздействием.</p> <p><b>10. Дайте определение понятию «частотная передаточная функция <math>W(j\omega)</math>».</b></p> <p>А) частотная передаточная функция представляет собой комплексное число, модуль которого равен отношению амплитуды выходной величины к амплитуде входной, а аргумент - сдвигу фаз.</p> <p>В) частотная передаточная функция – это дробно-рациональная функция, равная отношению входной и выходной координат;</p> <p>С) частотная передаточная функция – это дробно-рациональная функция, равная отношению изображений Лапласа входной и выходной координат;</p> <p>Д) частотная передаточная функция – это аналитическая зависимость <math>W(p)</math> от независимого аргумента – частоты гармонических колебаний <math>\omega</math>;</p> <p>Е) частотная передаточная функция – это отношение выходной величины к входной.</p> <p><b>11. К основным временным характеристикам динамических звеньев относятся:</b></p> <p>А) амплитудно-частотная характеристика;</p> <p>В) фазо-частотная характеристика;</p> <p>С) амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики;</p> <p>Д) переходная характеристика и функция веса;</p> <p>Е) переходная характеристика и амплитудно-частотная характеристика.</p> <p><b>12. К основным частотным характеристикам динамических звеньев относятся:</b></p> <p>А) фазо-частотная характеристика;</p> <p>В) амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики;</p> <p>С) переходная характеристика и амплитудно-частотная характеристика;</p> <p>Д) амплитудно-частотная характеристика;</p> <p>Е) переходная характеристика и функция веса;</p> <p><b>13. Частота среза на логарифмической амплитудно-частотной характеристике соответствует:</b></p> <p>А) единичному коэффициенту передачи;</p> <p>В) точке пересечения двух асимптот;</p> <p>С) максимальному коэффициенту передачи;</p> <p>Д) минимальному коэффициенту передачи;</p> <p>Е) частоте резонанса.</p> <p><b>14. Динамические звенья классифицируются:</b></p> <p>А) по виду дифференциальных уравнений, их описывающих;</p> <p>В) по физическим законам, которым подчиняются процессы, протекающие в звеньях;</p> <p>С) по роду выполняемых функций;</p> <p>Д) по функциональному назначению;</p> <p>Е) по назначению систем, в которых применяются звенья.</p> <p><b>15. Выражение <math>W(p)=k/p</math> является передаточной функцией динамического звена:</b></p> <p>А) апериодического первого порядка;</p> <p>В) колебательного;</p> <p>С) безынерционного;</p> <p>Д) интегрирующего;</p> <p>Е) постоянного запаздывания.</p> <p><b>16. Выражение <math>W(p)=k \cdot p</math> является передаточной функцией динамического звена:</b></p> <p>А) интегрирующего;</p> <p>В) безынерционного;</p> <p>С) дифференцирующего;</p> <p>Д) апериодического;</p> <p>Е) колебательного.</p> <p><b>17. Выражение <math>W(p) = \frac{K}{Tp+1}</math> является передаточной функцией динамического звена:</b></p> <p>А) апериодического первого порядка;</p>
--	--

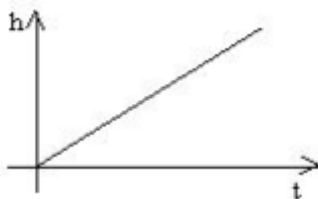
- В) безынерционного;  
 С) интегрирующего;  
 D) колебательного;  
 E) постоянного запаздывания.

**18. На рисунке изображена переходная характеристика динамического звена (при ступенчатом входном воздействии):**



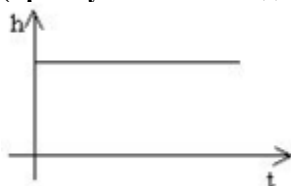
- A) колебательного;  
 B) постоянного запаздывания;  
 C) безынерционного;  
 D) дифференцирующего;  
 E) апериодического.

**19. На рисунке изображена переходная характеристика динамического звена (при ступенчатом входном воздействии):**



- A) колебательного;  
 B) постоянного запаздывания;  
 C) апериодического;  
 D) интегрирующего;  
 E) дифференцирующего.


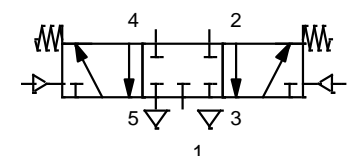
**20. На рисунке изображена переходная характеристика динамического звена (при ступенчатом входном воздействии):**

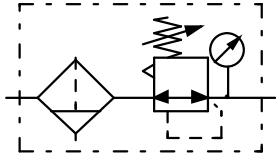
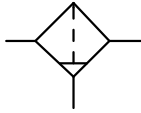
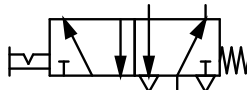


- A) колебательного;  
 B) дифференцирующего;  
 C) постоянного запаздывания;  
 D) апериодического;  
 E) безынерционного.

<b>Пакет преподавателя</b>	Тест.	
<b>Критерии оценки</b>	Процент результативности (правильные ответы, %)	Оценка уровня подготовки
		балл (отметка)
	90 ÷ 100	5
	80 ÷ 89	4
	70 ÷ 79	3
	менее 70	2

**КИМ №4**  
**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПИСЬМЕННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ**  
**«Проектирования пневматической системы управления»**

<b>Форма контроля</b>	письменное тестирование	
<b>Вид контроля</b>	оперативный	
<b>Условия выполнения задания</b>	Тест выполняется в аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации». Форма работы индивидуальная.	
<b>Инструкция для студентов</b>	1. Внимательно прочитайте вопросы и предложенные варианты ответов. 2. Выберите для каждого вопроса правильный вариант ответа. Максимальное время выполнения задания: 40 мин.	
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», стол, бумага, письменные принадлежности.	
<b>Перечень вопросов</b>	1. Какое давление показывает манометр?	1) Избыточное 2) Абсолютное 3) Атмосферное 4) Относительное
	2. Что за элемент изображен на рисунке? 	1) Обратный клапан 2) Нерегулируемый дроссель 3) Регулируемый дроссель 4) Фильтр
	3. Какое рабочее давление обычно используется в пневматических системах?	1) 4...12 бар 2) 10...20 атм 3) 2...6 Па 4) 20...60 МПа
	4. В каких единицах измерения принято измерять давление в пневматических системах?	1) Бар 2) Па 3) Атм 4) Psi
	5. Какой тип у распределителя, изображенного на рисунке? 	1) Распределитель 2/2, нормально закрытый 2) Распределитель 2/3, нормально открытый 3) Распределитель 3/2, нормально закрытый 4) Распределитель 2/3, нормально закрытый
	6. Правильно назовите элемент, изображенный на рисунке 	1) Цилиндр одностороннего действия с нерегулируемым демпфированием 2) Цилиндр двухстороннего действия с магнитным кольцом 3) Цилиндр одностороннего действия с пружинным возвратом и магнитным кольцом 4) Цилиндр двухстороннего действия с пружинным возвратом
	7. Что за распределитель изображен на рисунке? 	1) Распределитель 2/5, бистабильный, с пневмоуправлением и пружинным возвратом 2) Распределитель 5/3, моностабильный с пневмоуправлением и пружинным возвратом

		3) Распределитель моностабильный с пневмоуправлением 4) Распределитель 5/3 бистабильный с пружинным возвратом
8. Что является исполнительными элементами в пневматической системе?		1) Распределители 2) Компрессоры, задвижки 3) Маслоотделители 4) Цилиндры, моторы
9. Что изображено на рисунке? 		1) Блок подготовки воздуха 2) Фильтрующая система 3) Исполнительный механизм 4) Предохранительный элемент
10. Какой элемент подает сжатый воздух в систему?		1) Редукционный клапан 2) Компрессор 3) Блок подготовки воздуха 4) Регулируемый дроссель
11. Что за элемент изображен на рисунке? 		1) Маслораспылитель 2) Влагоотделитель 3) Фильтр твердых частиц 4) Абсорбирующий фильтр
12. Куда уходит из системы отработанный воздух?		1) Выходит через выпускные отверстия распределителей 2) Подается обратно в компрессор 3) Подается на слив 4) Выходит через фильтры
13. Какой КПД у пневматических систем?		1) Около 40% 2) Около 65% 3) Около 5% 4) Около 35%
14. Какими из указанных достоинств обладают пневматические системы?		1) Взрывобезопасны 2) Могут работать в пыльной и грязной среде 3) Бесшумны 4) Имеют высокий КПД
15. Какими из указанных недостатков обладают пневматические системы?		1) Взрывоопасны 2) Низкий КПД 3) Плохая защита от внешних загрязнений 4) Низкая скорость исполнительных механизмов
16. Что за элемент изображен на рисунке? 		1) Бистабильный распределитель 5/3 с кнопчным управлением 2) Моностабильный распределитель 3/2 с кнопкой с фиксацией и пружинным возвратом 3) Бистабильный распределитель 5/2 с кнопкой с фиксацией 4) Моностабильный распределитель 5/2 с кнопкой с фиксацией и пружинным возвратом
17. Для чего нужен маслораспылитель?		1) Для смазывания элементов системы и уменьшения трения

			2) Для увеличения скорости потока воздуха в системе 3) Для смазки компрессора 4) Для достижения плавности хода цилиндра
	18. Укажите полное название изображенного элемента		1) Цилиндр двухстороннего действия с регулируемым демпфированием 2) Цилиндр одностороннего действия с нерегулируемым демпфированием и магнитным кольцом 3) Цилиндр двухстороннего действия с регулируемым демпфированием и магнитным кольцом 4) Цилиндр одностороннего действия с регулируемым демпфированием и пружинным возвратом
	19. Какой тип управления используется у данного распределителя?		1) Ручное управление 2) Ломающийся ролик 3) Электромагнитное управление 4) Пневматическое управление
	20. В каких из перечисленных областей используется пневмопривод?		1) В трансформаторных будках, в системах с высоким напряжением 2) Для открывания и закрывания дверей в транспорте 3) В сталелитейном производстве 4) В нефтегазовой промышленности
<b>Пакет преподавателя</b>		<b>Тест.</b>	
<b>Критерии оценки</b>	Процент результативности (правильные ответы, %)	Оценка уровня подготовки	
		балл (отметка)	
	90 ÷ 100	5	
	80 ÷ 89	4	
	70 ÷ 79	3	
	менее 70	2	

# КОМПЛЕКТ КИМ ДЛЯ ПРОВЕРОЧНЫХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

## КИМ №1

### КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕРОЧНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ «Структурная схема АСР. Основные свойства системы»

<b>Форма контроля</b>	Проверочная работа
<b>Вид контроля</b>	рубежный
<b>Условия выполнения задания</b>	В учебной аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», во время проведения теоретического занятия.
<b>Инструкция для студентов</b>	Максимальное время выполнения задания: 25 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	Опишите принцип действия структурной схемы АСР.
<b>Критерии оценки</b>	5 «отлично» - от 90% и более правильных ответов. 4 «хорошо» – от 75% до 89% правильных ответов. 3 «удовлетворительно» - от 50% до 74% правильных ответов. 2 «неудовлетворительно» - менее 50% правильных ответов.

## КИМ №2

### КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕРОЧНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ «Управляющие устройства (автоматические регуляторы)»

<b>Форма контроля</b>	Проверочная работа
<b>Вид контроля</b>	рубежный
<b>Условия выполнения задания</b>	В учебной аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», во время проведения теоретического занятия.
<b>Инструкция для студентов</b>	Максимальное время выполнения задания: 30 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	<b>Вариант 1:</b> Опишите интегральный регулятор (И-закон регулирования) по плану: - определение; - передаточная функция; - временная характеристика; - параметры настройки; - достоинства, недостатки; - применение.
	<b>Вариант 2:</b> Опишите пропорциональный регулятор (П-закон регулирования) по плану: - определение; - передаточная функция; - временная характеристика; - параметры настройки; - достоинства, недостатки; - применение.
	<b>Вариант 3:</b>



	<p>Опишите пропорционально интегральный регулятор (ПИ-закон регулирования) по плану:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение;</li> <li>- передаточная функция;</li> <li>- временная характеристика;</li> <li>- параметры настройки;</li> <li>- достоинства, недостатки;</li> <li>- применение.</li> </ul>
	<p><b>Вариант 4:</b></p> <p>Опишите пропорционально дифференциальный регулятор (ПД-закон регулирования) по плану:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение;</li> <li>- передаточная функция;</li> <li>- временная характеристика;</li> <li>- параметры настройки;</li> <li>- достоинства, недостатки;</li> <li>- применение.</li> </ul>
	<p><b>Вариант 5:</b></p> <p>Опишите пропорционально интегрально дифференциальный регулятор (ПИД-закон регулирования) по плану:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение;</li> <li>- передаточная функция;</li> <li>- временная характеристика;</li> <li>- параметры настройки;</li> <li>- достоинства, недостатки;</li> <li>- применение.</li> </ul>
<b>Критерии оценки</b>	<p>5 «отлично» - от 90% и более правильных ответов.</p> <p>4 «хорошо» – от 75% до 89% правильных ответов.</p> <p>3 «удовлетворительно» - от 50% до 74% правильных ответов.</p> <p>2 «неудовлетворительно» - менее 50% правильных ответов.</p>

**КИМ №3**  
**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕРОЧНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**  
**«Понятие о позиционных системах управления»**

<b>Форма контроля</b>	Проверочная работа
<b>Вид контроля</b>	рубежный
<b>Условия выполнения задания</b>	В учебной аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», во время проведения теоретического занятия.
<b>Инструкция для студентов</b>	Максимальное время выполнения задания: 25 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– позиционная система управления;</li> <li>– позиционные регуляторы;</li> <li>– параметрами настройки двухпозиционного регулятора;</li> <li>– параметрами настройки трехпозиционного регулятора;</li> <li>– практическое применение позиционных регуляторов.</li> </ul>
<b>Критерии оценки</b>	<p>5 «отлично» - от 90% и более правильных ответов.</p> <p>4 «хорошо» – от 75% до 89% правильных ответов.</p> <p>3 «удовлетворительно» - от 50% до 74% правильных ответов.</p>

	2 «неудовлетворительно» - менее 50% правильных ответов.
--	---

**КИМ №4**  
**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕРОЧНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**  
**«Общее устройство, оборудование и принцип действия**  
**гидравлической системы управления»**

<b>Форма контроля</b>	Проверочная работа
<b>Вид контроля</b>	рубежный
<b>Условия выполнения задания</b>	В учебной аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», во время проведения теоретического занятия.
<b>Инструкция для студентов</b>	Максимальное время выполнения задания: 25 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	Опишите структурную схему гидравлической АСР.
<b>Критерии оценки</b>	5 «отлично» - от 90% и более правильных ответов. 4 «хорошо» – от 75% до 89% правильных ответов. 3 «удовлетворительно» - от 50% до 74% правильных ответов. 2 «неудовлетворительно» - менее 50% правильных ответов.

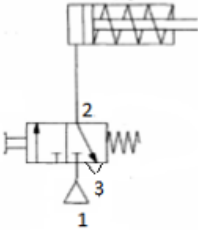
**КИМ №5**  
**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕРОЧНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**  
**«Структура пневматической системы и последовательность прохождения сигнала»**

<b>Форма контроля</b>	Проверочная работа
<b>Вид контроля</b>	рубежный
<b>Условия выполнения задания</b>	В учебной аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», во время проведения теоретического занятия.
<b>Инструкция для студентов</b>	Максимальное время выполнения задания: 25 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	1) компрессор, виды 2) ресивер 3) фильтр 4) виды осушки воздуха 5) маслораспределитель 6) регулятор давления (редукционный клапан), условное обозначение
<b>Критерии оценки</b>	5 «отлично» - от 90% и более правильных ответов. 4 «хорошо» – от 75% до 89% правильных ответов. 3 «удовлетворительно» - от 50% до 74% правильных ответов. 2 «неудовлетворительно» - менее 50% правильных ответов.

**КИМ №6**  
КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕРОЧНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ  
«Исполнительные устройства в пневматике»

<b>Форма контроля</b>	Проверочная работа
<b>Вид контроля</b>	рубежный
<b>Условия выполнения задания</b>	В учебной аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», во время проведения теоретического занятия.
<b>Инструкция для студентов</b>	Максимальное время выполнения задания: 25 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	1) пневмоцилиндр, типы. 2) условные обозначения.
<b>Критерии оценки</b>	5 «отлично» - от 90% и более правильных ответов. 4 «хорошо» – от 75% до 89% правильных ответов. 3 «удовлетворительно» - от 50% до 74% правильных ответов. 2 «неудовлетворительно» - менее 50% правильных ответов.

**КИМ №7**  
КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕРОЧНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ  
«Управляющие элементы. Пневматические распределители»

<b>Форма контроля</b>	Проверочная работа
<b>Вид контроля</b>	рубежный
<b>Условия выполнения задания</b>	В учебной аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», во время проведения теоретического занятия.
<b>Инструкция для студентов</b>	Максимальное время выполнения задания: 25 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	1) распределитель - это 2) Изобразите в виде функционального обозначения: 2/2-распределитель, нормально закрытый 2/2-распределитель, нормально открытый 3/2-распределитель, нормально закрытый 3/2-распределитель, нормально открытый 4/2-распределитель 5/2-распределитель 4/3-распределитель 5/3-распределитель 3) Опишите работу пневматической схемы: 
<b>Критерии оценки</b>	5 «отлично» - от 90% и более правильных ответов. 4 «хорошо» – от 75% до 89% правильных ответов.

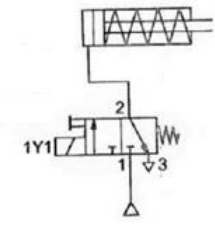
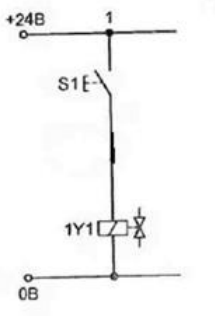
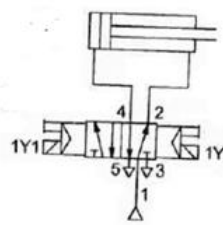
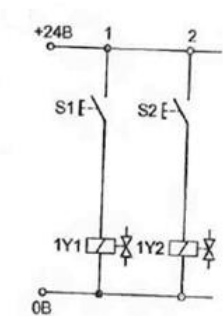
	3 «удовлетворительно» - от 50% до 74% правильных ответов. 2 «неудовлетворительно» - менее 50% правильных ответов.
--	--

**КИМ №8**  
КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕРОЧНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ  
«Структура электропневматической системы»

<b>Форма контроля</b>	Проверочная работа
<b>Вид контроля</b>	рубежный
<b>Условия выполнения задания</b>	В учебной аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», во время проведения теоретического занятия.
<b>Инструкция для студентов</b>	Максимальное время выполнения задания: 25 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	<p>Опишите поток сигналов электропневматической системы управления:</p> 
<b>Критерии оценки</b>	5 «отлично» - от 90% и более правильных ответов. 4 «хорошо» – от 75% до 89% правильных ответов. 3 «удовлетворительно» - от 50% до 74% правильных ответов. 2 «неудовлетворительно» - менее 50% правильных ответов.

**КИМ №9**  
КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕРОЧНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ  
«Управление пневматическим цилиндром»

<b>Форма контроля</b>	Проверочная работа
<b>Вид контроля</b>	рубежный
<b>Условия выполнения задания</b>	В учебной аудитории - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации», во время проведения теоретического занятия.
<b>Инструкция для студентов</b>	Максимальное время выполнения задания: 25 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	Опишите работу электропневматических схем:

	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>a)</p>   </div> <div style="text-align: center;"> <p>б)</p>   </div> </div>
<p><b>Критерии оценки</b></p>	<p>5 «отлично» - от 90% и более правильных ответов.  4 «хорошо» – от 75% до 89% правильных ответов.  3 «удовлетворительно» - от 50% до 74% правильных ответов.  2 «неудовлетворительно» - менее 50% правильных ответов.</p>

**КОМПЛЕКТ КИМ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**  
**МДК 01.02 Тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации**  
**с формированием пакета технической документации**

<b>Форма контроля</b>	Защита работ.
<b>Вид контроля</b>	промежуточный
<b>Условия проведения</b>	Практические и лабораторные работы проводятся в учебных аудиториях - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации» и «Кабинет курсового, дипломного проектирования управления проектной деятельностью», а также в лабораториях: «Лаборатория пневматических приводов и пневмоавтоматики», «Лаборатория гидравлики, элементов гидравлических приводов, монтажа, наладки, испытания, диагностики гидравлических устройств и систем». Время проведения каждой работы 90 минут.
<b>Инструкция для студентов</b>	Практические и лабораторные работы выполняются в соответствии с методическими рекомендациями по их выполнению, оформляются в бумажном варианте.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации». «Кабинет курсового, дипломного проектирования управления проектной деятельностью». «Лаборатория пневматических приводов и пневмоавтоматики». «Лаборатория гидравлики, элементов гидравлических приводов, монтажа, наладки, испытания, диагностики гидравлических устройств и систем».
<b>Перечень практических и лабораторных работ</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Практическая работа: Проведение виртуального тестирования разработанной модели различных элементов систем автоматизации.</li> <li>2. Практическая работа: Оценка функциональности компонентов разработанной модели элементов систем автоматизации.</li> <li>3. Лабораторная работа: Прямое управление цилиндром одностороннего действия.</li> <li>4. Лабораторная работа: Непрямое управление цилиндром одностороннего действия.</li> <li>5. Лабораторная работа: Прямое управление цилиндром двустороннего действия.</li> <li>6. Лабораторная работа: Непрямое управление цилиндром двустороннего действия.</li> <li>7. Лабораторная работа: Реализация логических функций в пневматических системах управления.</li> <li>8. Лабораторная работа: Схемы с памятью и регулируемой скоростью цилиндра.</li> <li>9. Лабораторная работа: Реализация схем с применением клапана быстрого выхлопа.</li> <li>10. Лабораторная работа: Управление по давлению.</li> <li>11. Лабораторная работа: Реализация схем с применением клапана выдержки времени.</li> <li>12. Лабораторная работа: Управление несколькими исполнительными устройствами.</li> <li>13. Лабораторная работа: Управление цилиндром одностороннего действия в электропневматических системах управления.</li> </ol>

	<p>14. Лабораторная работа: Управление цилиндром двустороннего действия в электропневматических системах управления.</p> <p>15. Лабораторная работа: Управление пневмоцилиндрами по положению: автоматический возврат, повторяющиеся движения, удержание в крайнем положении.</p> <p>16. Лабораторная работа: Реализация логических функций «И», «ИЛИ» в релейно-контактных системах управления.</p> <p>17. Лабораторная работа: Управление пневмоцилиндрами по времени.</p> <p>18. Лабораторная работа: Управление последовательностью с запоминанием сигналов с помощью распределителей с двусторонним управлением.</p> <p>19. Лабораторная работа: Снятие характеристики насоса.</p> <p>20. Лабораторная работа: Снятие характеристики напорного клапана.</p> <p>21. Лабораторная работа: Принцип работы редукционного клапана.</p> <p>22. Лабораторная работа: Сборка гидравлических схем с регулированием скорости.</p> <p>23. Лабораторная работа: Прямое управление гидроцилиндром.</p> <p>24. Лабораторная работа: Непрямое управление гидроцилиндром.</p> <p>25. Лабораторная работа: Реализация логической функции «И» в электрогидравлических системах управления.</p> <p>26. Лабораторная работа: Реализация логической функции «ИЛИ» в электрогидравлических системах управления.</p> <p>27. Практическая работа: Моделирование и виртуальное тестирование систем управления цилиндром одностороннего действия в среде FluidSim.</p> <p>28. Практическая работа: Моделирование и виртуальное тестирование систем управления цилиндром двустороннего действия в среде FluidSim.</p> <p>29. Практическая работа: Моделирование и виртуальное тестирование логических функций «И», «ИЛИ» в пневматических системах управления в среде FluidSim.</p> <p>30. Практическая работа: Моделирование и виртуальное тестирование логических функций «И», «ИЛИ» в релейно-контактных системах управления в среде FluidSim.</p> <p>31. Практическая работа: Моделирование и виртуальное тестирование систем управления пневмоцилиндрами по времени в среде FluidSim.</p> <p>32. Практическая работа: Изучение инструментальной среды TRACE MODE.</p>
<b>Критерии оценки</b>	<p>Оценка <b>«отлично»</b> ставится студенту, если он выполнил работу полностью, проявил самостоятельность, активность, при защите работы ответил на все вопросы.</p> <p>Оценка <b>«хорошо»</b> ставится студенту, если он выполнил работу полностью, проявил самостоятельность, активность, при защите ответил не на все вопросы.</p> <p>Оценка <b>«удовлетворительно»</b> ставится студенту, если он выполнил работу полностью, при выполнении работы проявил недостаточную самостоятельность, пользовался помощью преподавателя, при защите работы ответил не на все вопросы.</p>

	Оценка « <b>неудовлетворительно</b> » ставится студенту, если он не закончил выполнение работы, самостоятельности при выполнении работы не проявил, на вопросы при защите не ответил.
--	---

## КОМПЛЕКТ КИМ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация по МДК 01.02 «Тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации с формированием пакета технической документации» проводится в форме экзамена.

Экзамен, завершающий изучение МДК, – это форма промежуточного контроля, целью которой является оценка теоретических знаний и практических навыков, способности студента к мышлению, приобретение навыков самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их при решении практических задач. При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена уровень освоения оценивается оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

При проведении промежуточной аттестации используются следующие КИМ:

- перечень теоретических вопросов к экзамену,
- экзаменационные билеты.

Перечень вопросов выдается студентам не позднее, чем за месяц до начала сессии.

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится в дни, освобожденные от других форм учебной нагрузки, по отдельному расписанию за счет времени, отведенного учебным планом на промежуточную аттестацию.

### КИМ №1

МДК 01.02 «Тестирование разработанной модели элементов систем автоматизации с формированием пакета технической документации»

### ПЕРЕЧЕНЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ

#### 6 семестр

<b>Форма контроля</b>	Экзамен
<b>Вид контроля</b>	промежуточная аттестация
<b>Условия проведения</b>	Учебная аудитория - кабинет «Типовых узлов и средств автоматизации».
<b>Инструкция для студентов</b>	Внимательно прочтите задания и отвечайте письменно на вопросы в любом порядке. Время выполнения: 90 мин.
<b>Оборудование и оснащение</b>	Учебная аудитория. Комплект нормативно-технической документации.
<b>Перечень теоретических вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы технической диагностики средств автоматизации.</li> <li>2. Методы и средства диагностики.</li> <li>3. Тестовое и функциональное диагностирование.</li> <li>4. Основы оптимизации работы компонентов средств автоматизации.</li> <li>5. Состав, функции и возможности использования средств информационной поддержки элементов систем автоматизации на всех стадиях жизненного цикла (CALS-технологии).</li> <li>6. Разработка и тестирование пневматических систем управления.</li> <li>7. Разработка и тестирование систем электропневматических систем управления.</li> <li>8. Разработка и тестирование гидравлических систем управления.</li> <li>9. Разработка и тестирование электрогидравлических систем управления.</li> </ol>



	<p>10. Компьютерное моделирование и виртуальное тестирование пневматических и электропневматических систем управления.</p> <p>11. Компьютерное моделирование и виртуальное тестирование систем автоматизации на основе SCADA.</p>
<b>Критерии оценки</b>	<p><b>Оценка «отлично»</b> ставится студенту, проявившему всесторонние и глубокие знания учебного материала, освоившему основную и дополнительную литературу, обнаружившему творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании усвоенных знаний. Оценка «отлично» соответствует высокому уровню освоения дисциплины.</p> <p><b>Оценка «хорошо»</b> ставится студенту, проявившему полное знание учебного материала, освоившему основную рекомендованную литературу, обнаружившему стабильный характер знаний и умений и способному к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности. Оценка «хорошо» соответствует достаточному уровню освоения дисциплины.</p> <p><b>Оценка «удовлетворительно»</b> ставится студенту, проявившему знания основного учебного материала в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, знакомому с основной рекомендованной литературой, допустившему неточности при ответе, но в основном обладающему необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны преподавателя. Оценка «удовлетворительно» соответствует достаточному уровню освоения дисциплины.</p> <p><b>Оценка «неудовлетворительно»</b> ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине. Оценка «неудовлетворительно» соответствует низкому уровню освоения дисциплины.</p>

## ЛИТЕРАТУРА

### Основные источники:

1. Акопов, А. С. Компьютерное моделирование: учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. С. Акопов. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 389с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-10712-8. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/475883>.
2. Боев, В. Д. Компьютерное моделирование систем: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Д. Боев. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 253 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-10710-4 - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/473033>.
3. Боресков, А. В. Компьютерная графика: учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. В. Боресков, Е. В. Шикин. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 219 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-11630-4. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/476345>.
4. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления: учебник для среднего профессионального образования / И. Ф. Бородин, С. А. Андреев. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 386 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-08655-3. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/472233>.
5. Ким, Д. П. Основы автоматического управления: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Д. П. Ким. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 276 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-11687-8. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/476364>.
6. Шишмарёв, В. Ю. Автоматика: учебник для среднего профессионального образования / В. Ю. Шишмарёв. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 280 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-09343-8. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/473405>.
7. Щагин, А.В. Основы автоматизации технологических процессов: учебное пособие для среднего профессионального образования / А. В. Щагин, В. И. Демкин, В. Ю. Кононов, А. Б. Кабанова. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 163 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-03848-4. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/468397>.

### Дополнительные источники:

1. Андреев, С.М. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / С.М. Андреев, Б.Н. Парсункин. – М.: Издательский центр «Академия», 2016. – 272 с. - ISBN 978-5-4468-1768-9. - Текст: электронный. - [https://is.suvc.ru/pluginfile.php/291865/mod\\_resource/content/1/95.pdf](https://is.suvc.ru/pluginfile.php/291865/mod_resource/content/1/95.pdf).
2. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления: учебник для среднего профессионального образования / И. Ф. Бородин, С. А. Андреев. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 386 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-08655-3. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/472233>.

3. Коломейцева, М. Б. Основы импульсной и цифровой техники: учебное пособие для среднего профессионального образования / М. Б. Коломейцева, В. М. Беседин, Т. В. Ягодкина. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 124 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-08722-2. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/474225>.
4. Коломейцева, М. Б. Системы автоматического управления при случайных воздействиях: учебное пособие для среднего профессионального образования / М. Б. Коломейцева, В. М. Беседин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 104 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-11532-1. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/475837>.
5. Мамонова, Т. Е. Информационные технологии. Лабораторный практикум: учебное пособие для среднего профессионального образования / Т. Е. Мамонова. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 178 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-07791-9. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/474747>.
6. Пищухина, Т. А. Основы автоматического управления: учебно-методическое пособие для СПО / Т. А. Пищухина. - Саратов: Профобразование, 2020. - 93 с. - ISBN 978-5-4488-0624-7. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/92133.html>.
7. Рачков, М. Ю. Автоматизация производства: учебник для среднего профессионального образования / М. Ю. Рачков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 182 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-12973-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/475596>.
8. Рогов, В. А. Технические средства автоматизации и управления: учебник для среднего профессионального образования / В. А. Рогов, А. Д. Чудаков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 352 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-09807-5. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/472493>.
9. Сафиуллин, Р. К. Основы автоматики и автоматизация процессов: учебное пособие для среднего профессионального образования / Р. К. Сафиуллин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 146 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-08256-2. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/473108>.
10. Селезнев, В. А. Компьютерная графика: учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 218 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-08440-5. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/471213>.
11. Серебряков, А. С. Автоматика: учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. С. Серебряков, Д. А. Семенов, Е. А. Чернов; под общей редакцией А. С. Серебрякова. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 431 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-10345-8. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/475644>.
12. Советов, Б. Я. Компьютерное моделирование систем. Практикум: учебное пособие для среднего профессионального образования / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 295 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-10676-3. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/477510>.
13. Терёхин, В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода в Simulink: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Б. Терёхин, Ю. Н. Дементьев. - Москва: Издательство Юрайт, 2020. - 306 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-

06993-8. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/455451>.

14. Троценко, В.В. Системы управления технологическими процессами и информационные технологии: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Троценко, В. К. Федоров, А. И. Забудский, В. В. Комендантов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 136 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-09939-3. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/473093>.

15. Шишмарёв, В. Ю. Диагностика и надежность автоматизированных систем: учебник для среднего профессионального образования / В. Ю. Шишмарёв. - 2-е изд. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 341 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-13629-6. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/475872>.

16. Шишмарёв, В. Ю. Технические измерения и приборы: учебник для среднего профессионального образования / В. Ю. Шишмарёв. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 377 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-11997-8. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/475847>.

17. Федотов, А. В. Основы автоматического управления: учебник для СПО / А. В. Федотов. - Саратов, Москва: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. - 165 с. - ISBN 978-5-4488-0798-5, 978-5-4497-0460-3. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/93073.html>.

18. Хейфец, А.Л. Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 1: учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева; под редакцией А. Л. Хейфеца. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 328 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-07976-0. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/474777>.

19. Ягодкина, Т. В. Основы автоматического управления: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. - 470 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-11688-5. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/476365>.