

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Матвеев Александр Сергеевич  
Должность: И.о. начальника учебно-методического управления  
Дата подписания: 13.12.2023 15:58:15  
Уникальный программный ключ:  
49d49750726343fa0e05103162627071f5e

Приложение к ППССЗ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева»  
(ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

по междисциплинарному курсу  
МДК 03.01 «Разработка и моделирование мехатронных систем»

**специальность: 15.02.10 Мехатроника и  
мобильная робототехника (по отраслям)**

форма обучения: очная

Москва, 2022

## Пояснительная записка

Методические указания по выполнению лабораторных работ подготовлены на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ. 03 Разработка, моделирование и оптимизация работы мехатронных систем на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)» и соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 3.1. Составлять схемы простых мехатронных систем в соответствии с техническим заданием.

ПК 3.2. Моделировать работу простых мехатронных систем.

Целью освоения междисциплинарного курса МДК 03.01 Разработка и моделирование мехатронных систем овладение указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями.

При выполнении лабораторных работ студент должен **знать**:

- концепцию бережливого производства;
- методы расчета параметров типовых электрических, пневматических и гидравлических схем;
- физические особенности сред использования мехатронных систем;
- типовые модели мехатронных систем;
- качественные показатели реализации мехатронных систем;
- типовые модели мехатронных систем;
- правила техники безопасности при проведении работ по оптимизации мехатронных систем;
- методы оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем;

- актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;
- основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте;
- алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;
- методы работы в профессиональной и смежных сферах;
- структура плана для решения задач;
- порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности;
- номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;
- приемы структурирования информации;
- формат оформления результатов поиска информации;
- содержание актуальной нормативно-правовой документации;
- современная научная и профессиональная терминология;
- возможные траектории профессионального развития и самообразования
- психология коллектива;
- психология личности;
- основы проектной деятельности;
- особенности социального и культурного контекста;
- правила оформления документов;
- современные средства и устройства информатизации;
- порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности;
- правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы;
- основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика);
- лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности;
- особенности произношения;
- правила чтения текстов профессиональной направленности.

При выполнении лабораторных работ студент должен **уметь:**

- проводить расчеты параметров типовых электрических, пневматических и гидравлических схем узлов и устройств, разрабатывать несложные мехатронные системы;
- рассчитывать основные технико-экономические показатели;
- оформлять техническую и технологическую документацию;
- составлять структурные, функциональные и принципиальные схемы мехатронных систем;

- применять специализированное программное обеспечение при моделировании мехатронных систем;
- применять технологии бережливого производства при выполнении работ по оптимизации мехатронных систем;
- обеспечивать безопасность работ при оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем;
- применять технологии бережливого производства при выполнении работ по оптимизации мехатронных систем;
- выбирать наиболее оптимальные модели управления мехатронными системами;
- оптимизировать работу мехатронных систем по различным параметрам;
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- правильно выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- составлять план действия,
- определять необходимые ресурсы;
- владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- реализовать составленный план;
- оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) ;
- определять задачи поиска информации;
- определять необходимые источники информации;
- планировать процесс поиска;
- структурировать получаемую информацию;
- выделять наиболее значимое в перечне информации;
- оценивать практическую значимость результатов поиска;
- оформлять результаты поиска;
- определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
- выстраивать траектории профессионального и личностного развития;
- организовывать работу коллектива и команды;
- взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;
- излагать свои мысли на государственном языке;
- оформлять документы;
- применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- использовать современное программное обеспечение;

- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые);
- понимать тексты на базовые профессиональные темы;
- участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы;
- строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности;
- кратко обосновывать и объяснить свои действия (текущие и планируемые);
- писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы.

Содержание лабораторных занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов междисциплинарного курса.

Объём лабораторных занятий определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность лабораторного занятия - 2 академических часа. Перед проведением лабораторного занятия преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению лабораторных работ междисциплинарного курса содержит 8 лабораторных занятий.

## **Перечень лабораторных работ по МДК 03.01 Разработка и моделирование мехатронных систем**

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1.**

Тема: Управление по давлению.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.**

Тема: Управление по давлению.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3.**

Тема: Управление по давлению.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4.**

Тема: Управление по давлению.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5.**

Тема: Проектирование и расчет электропневматических схем по заданной диаграмме перемещения- шаг (без совпадающих шагов).

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6.**

Тема: Проектирование и расчет электропневматических схем по заданной диаграмме перемещения- шаг (без совпадающих шагов).

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7.**

Тема: Проектирование и расчет электропневматических схем по заданной диаграмме перемещения- шаг (с совпадающими шагами).

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8.**

Тема: Проектирование и расчет электропневматических схем по заданной диаграмме перемещения- шаг (с совпадающими шагами).

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1.

**Тема:** Управление по давлению.

**Цель:** овладеть навыками работы «управление под давлением».

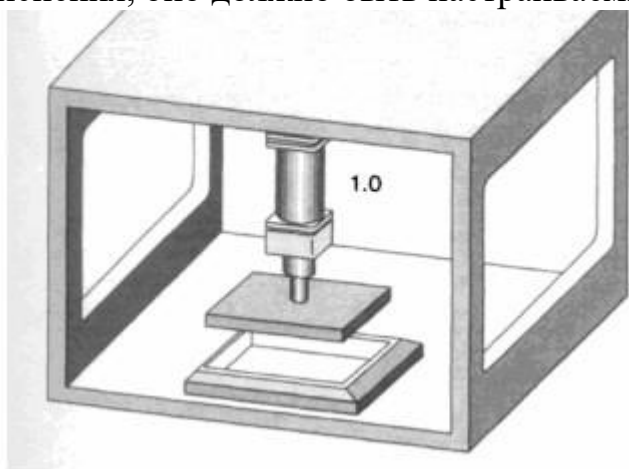
**Оборудование:** рабочая тетрадь, учебная литература, учебные комплекты.

**Порядок выполнения работы и содержание отчета:**

1. Анализ задания.

2. Выполнить задание.

На пластмассовые детали с помощью штампа, приводимого в движение пневмоцилиндром двустороннего действия, наносится тиснение. Штмп должен опускаться на деталь при нажатии на кнопку. Возврат штампа в исходное положение осуществляется автоматически после достижения в цилиндре заданного значения давления. Это давление определяет усилие тиснения, оно должно быть настраиваемым.



Эскиз объекта управления.

3. Оформление отчета.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

**Цель:** овладеть навыками работы «управление под давлением».

**Оборудование:** рабочая тетрадь, учебная литература, учебные комплекты.

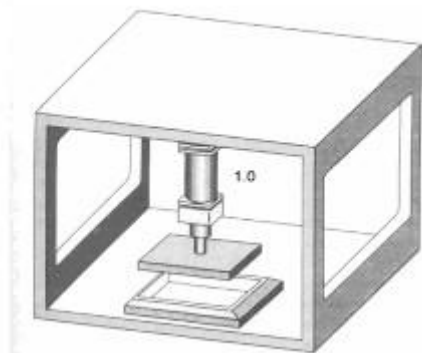
**Порядок выполнения работы и содержание отчета:**

1. Анализ задания.

2. Выполнить задание.

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.  
 Задание. Составьте и нарисуйте принципиальную схему системы. Обозначьте элементы и пронумеруйте все их присоединительные линии (каналы).



**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.

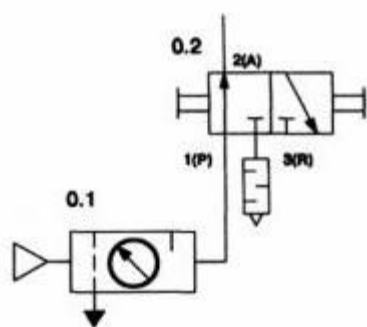
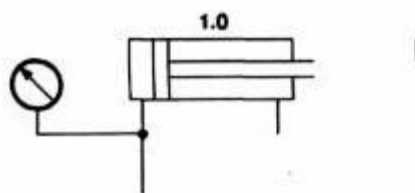


схема системы

Принципиальная

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3.**

**Тема:** Управление по давлению.

**Цель:** овладеть навыками работы «управление под давлением».

**Оборудование:** рабочая тетрадь, учебная литература, учебные комплекты.

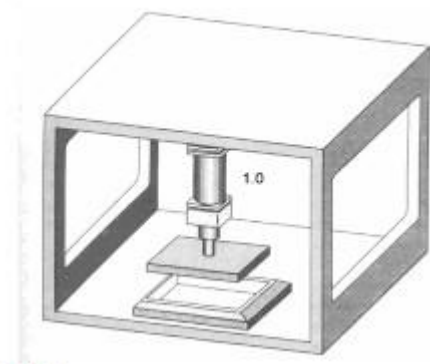
**Порядок выполнения работы и содержание отчета:**



1. Анализ задания.
2. Выполнить задание.

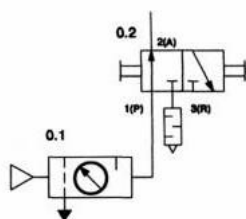
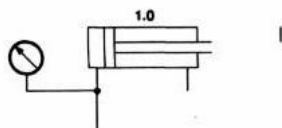
Тиснение на пластмассовые детали наносится штампом, приводимым в движение цилиндром двустороннего действия. Штамп опускается на деталь при нажатии кнопки, а возвращается в исходное положение автоматически, когда шток достигает крайнего положения и давление в поршневой полости повышается до установленного 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.

Задание. Составьте и нарисуйте принципиальную схему системы. Обозначьте элементы и пронумеруйте все их присоединительные линии (каналы).



### 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.



Принципиальная схема системы

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4.

**Тема:** Управление по давлению.

**Цель:** овладеть навыками работы «управление под давлением».

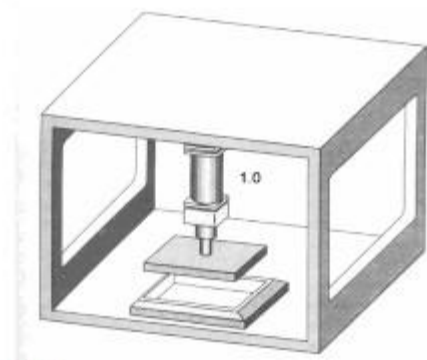
**Оборудование:** рабочая тетрадь, учебная литература, учебные комплекты.

## Порядок выполнения работы и содержание отчета:

1. Анализ задания.
2. Выполнить задание.

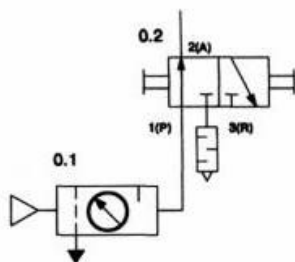
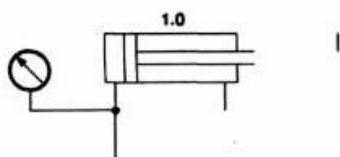
Тиснение на пластмассовые детали наносится штампом, приводимым в движение цилиндром двустороннего действия. Штамп опускается на деталь при нажатии кнопки, а возвращается в исходное положение автоматически, когда шток достигает крайнего положения и давление в поршневой полости повышается до установленного 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.

Задание. Составьте и нарисуйте принципиальную схему системы. Обозначьте элементы и пронумеруйте все их соединительные линии (каналы).



### 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.



Принципиальная схема системы

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5.

**Тема:** Проектирование и расчет электропневматических схем по заданной диаграмме перемещения - шаг (без совпадающих шагов).

**Цель:** овладеть навыками проектирования и расчета электропневматических схем.

**Оборудование:** Цилиндр CL/DA-100 – 1 шт., распределитель с кнопкой 3/2 Н.З. РВ-3/2 – 1 шт., регулятор давления PR – 1 шт.

### Справочный материал

Управление называется ПРЯМЫМ, когда приведение в движение пневматического цилиндра осуществляется с помощью одного распределителя воздействием мускульной силы оператора или механического органа без усиления сигнала в канале управления. Распределитель называется МОНОСТАБИЛЬНЫМ, когда при отсутствии сигнала в канале управления распределителя механическая или пневматическая возвратная пружина активирует начальное нормальное состояние.

Цилиндр одностороннего действия можно получить из цилиндра двустороннего действия, если действие механической пружины имитировать действием пневматической пружины путем встраивания в одну из полостей регулятора давления, настроенного на меньшее давление по отношению к давлению питания. Однако расход в канале сброса регулятора давления ограничен, поэтому подобная замена возможна лишь для цилиндров небольшого диаметра, перемещающихся на невысоких скоростях.

Механическая пружина цилиндра одностороннего действия заменена на «пневматическую пружину», реализованную с помощью регулятора давления.

Для моделирования цилиндра одностороннего действия с помощью цилиндра двустороннего действия необходимо подать воздух в штоковую полость с помощью регулятора давления, настроенного на меньшее давление (3-4 бара) по сравнению с давлением питания. При выдвигании штока цилиндра избыточное давление из штоковой полости будет сброшено через отверстие сброса в регуляторе давления.

### Порядок выполнения работы и содержание отчета:

1. Разработать принципиальную пневматическую схему.
2. Начертить диаграмму «перемещение-шаг» и диаграмму входных сигналов.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6.

**Тема:** Проектирование и расчет электропневматических схем по заданной диаграмме перемещения- шаг (без совпадающих шагов).

**Цель:** овладеть навыками проектирования и расчета электропневматических схем.

**Оборудование:** Цилиндр CL/DA-100 – 1 шт., распределитель с ручным управлением типа тумблер 3/2 – 2 шт., распределитель с пневматическим управлением 5/2 PV-5/2B – 1 шт.

### **Справочный материал**

Управление называется НЕПРЯМЫМ, когда сигналы управления силовым распределителем формируются с помощью вспомогательных распределителей, которые могут находиться на удалённом расстоянии от силовой части привода.

Непрямое управление позволяет дистанционно переключать позиции силового распределителя с помощью пневматических(или электрических) сигналов, при этом для выработки управляющего воздействия достаточно применить компактные распределители с небольшой пропускной способностью. Размер силового распределителя выбирается согласно расходу воздуха, потребляемого цилиндром и зависит от площади поршня и скорости движения цилиндра.

При непрямом управлении силовой распределитель выступает в роли усилителя мощности.

При непрямом управлении для переключения позиций бистабильного силового распределителя необходимо использовать два управляющих распределителя структуры 3/2, обеспечивающих выработку пневматических сигналов управления 14 и 12 силового распределителя.

Управляющие распределители должны быть моностабильными и иметь ручное управление, тогда кратковременное нажатие на управляющий элемент позволит сгенерировать пневматический импульс в выходном канале распределителя и переключить силовой распределитель.

После кратковременного нажатия на кнопку P1 цилиндр установится в положение A+ и останется там до нажатия кнопки P2.

При нажатой кнопке P1 нажатие на P2 не приведет к переключению силового распределителя, так как из двух управляющих одинаковых по мощности сигналов доминирующим является тот, который пришел первым. Сигнал от кнопки P1 в этом случае является блокирующим по отношению к сигналу от кнопки P2.

### **Порядок выполнения работы и содержание отчета:**

1. Разработать принципиальную пневматическую схему.
2. Начертить диаграмму «перемещение-шаг» и диаграмму входных сигналов.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7.**

**Тема:** Проектирование и расчет электропневматических схем по заданной диаграмме перемещения- шаг (с совпадающими шагами).

**Цель:** овладеть навыками проектирования и расчета электропневматических схем.

**Оборудование:** Цилиндр CL/DA-100 – 1 шт., распределитель с ручным управлением типа тумблер 3/2 – 1 шт., распределителя 3/2 с роликом и

пружинным возвратом MSW-3/2 – 2 шт., распределитель с пневматическим управлением 5/2 PV-5/2B – 1 шт., распределитель с пневматическим управлением бистабильный 3/2 PV-3/2B – 1 шт.

### **Справочный материал**

Для решения задачи целесообразно воспользоваться вспомогательным бистабильным 3/2 распределителем, выступающим в роли пневматического триггера. Этот распределитель обеспечивает присутствие на выходе постоянно действующего сигнала с момента переднего фронта импульса  $a_0$ , пришедшего на один управляющий вход, до момента переднего фронта импульса  $a_1$ , пришедшего на второй управляющий вход при условии логического нуля на первом входе  $a_0$ . Такой распределитель еще называется импульсным или распределитель с ПАМЯТЬЮ.

В данной задаче предлагается непрерывный цикл организовать с доминирующим выдвигением. Это значит, что стартовым положением штока при отсутствии сигнала IC должно быть крайнее выдвинутое.

Выходной сигнал распределителя 3/2 (PV-3/2), соответствующий логической единице, назовем U. Таким образом, уравнение выдвигения цилиндра:  $A+ = a_0 = U$ .

Выходной сигнал распределителя 3/2 (PV-3/2), соответствующий логическому нулю, назовем  $\bar{U}$ . Таким образом, уравнение втягивания цилиндра:  $A- = IC \ \& \ a_1 = \bar{U}$ .

Стартовое положение распределителя 3/2 (PV-3/2) определено сигналом  $a_0$ , который в любом случае приходит на вход последним.

При формировании диаграмм начальным положением штока целесообразно считать крайнее выдвинутое  $A+$ .

### **Порядок выполнения работы и содержание отчета:**

1. Разработать принципиальную пневматическую схему.
2. Начертить самостоятельно диаграмму состояний в соответствии с диаграммой «перемещение-шаг».

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8.**

**Тема:** Проектирование и расчет электропневматических схем по заданной диаграмме перемещения- шаг (с совпадающими шагами).

**Цель:** овладеть навыками проектирования и расчета электропневматических схем.

**Оборудование:** Цилиндр CL/DA-200 – 1 шт., распределитель с кнопкой 3/2 и пружинным возвратом PB-3/2 – 1 шт., распределитель с роликом 3/2 и пружинным возвратом MSW-3/2– 1 шт., распределитель с роликом с ломающимся рычагом 3/2 3/2U – 1 шт., распределитель с пневматическим управлением 5/2 PV-5/2-B 1 шт., распределитель с пневматическим управлением 3/2 PV-3/2-B 1 шт., регулируемый дроссель с ОК RFU– 1 шт.

### **Справочный материал**

Переход с одной скорости на другую производится с помощью концевого датчика 3/2 Н.З. с управлением типа ролик с ломающимся

рычажком, установленным на оси цилиндра в позиции, где шток должен изменить скорость.

Скорость можно менять с медленной на быструю и наоборот.

Необходимо реализовать одиночный цикл, без защиты в начале цикла, с изменением медленной скорости на быструю. Начальная медленная скорость определяется настройкой дросселя с ОК RFU.

Необходимо использовать вспомогательный бистабильный 3/2 распределитель, служащий для активации дополнительного канала сброса воздуха после прохождения штоком положения а, где установлен концевик. Открытие канала 1 вспомогательного распределителя обеспечивает концевой выключатель а, запираение канала 1 – концевой выключатель а1.

При переключении вспомогательного распределителя воздух можно сбрасывать в атмосферу или через выхлопное отверстие силового распределителя. Скорость выдвижения в обоих случаях будет определяться пропускной способностью силового канала вспомогательного распределителя.

Если на диаграмме необходимо отразить движение во времени, то вместо диаграммы перемещение-шаг целесообразно использовать диаграмму перемещение – время. В данном случае на ней можно отразить разность скоростей на двух участках.

На той же элементной базе можно реализовать схему с замедлением цилиндра при прохождении штоком промежуточного датчика.

#### **Порядок выполнения работы и содержание отчета:**

1. Разработать принципиальные пневматические схемы привода.
2. В соответствии с приведенной диаграммой состояний начертить диаграмму перемещение – время с учетом разности скоростей на двух участках.

## Информационное обеспечение обучения

### Основная литература:

1. Воробьев, В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования сельскохозяйственных организаций : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 275 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07913-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>

2. Рогов, В. А. Технология машиностроения : учебник для среднего профессионального образования / В. А. Рогов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 351 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10932-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>

3. Лаврищева, Е. М. Программная инженерия и технологии программирования сложных систем : учебник для вузов / Е. М. Лаврищева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 432 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07604-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/>

### Дополнительные учебные издания:

4. Технологическая оснастка : учебное пособие для вузов / Х. М. Рахимьянов, Б. А. Красильников, Э. З. Мартынов, В. В. Янпольский. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 265 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04474-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>

5. Шишмарёв, В. Ю. Организация и планирование автоматизированных производств : учебник для среднего профессионального образования / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 318 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-14143-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>

6. Колошкина, И. Е. Автоматизация проектирования технологической документации : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. Е. Колошкина. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 371 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13635-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>

7. Колошкина, И. Е. Основы программирования для станков с ЧПУ :

учебное пособие для среднего профессионального образования / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 260 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12512-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>

#### **Интернет – ресурсы**

8. Электронно-библиотечная система РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (далее ЭБС) сайт [www.library.timacad.ru](http://www.library.timacad.ru)
9. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» - <https://cyberleninka.ru/>
10. Сетевая электронная библиотека аграрных вузов - <https://e.lanbook.com/books>