

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:
49d49750726f75d861eaf754926362c707459a

Приложение к ППСЗ

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 ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

по междисциплинарному курсу
МДК 02.01 «Техническое обслуживание, ремонт и испытание
мехатронных систем»

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

форма обучения: очная

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению практических работ подготовлены на основе рабочей программы учебной дисциплины МДК 02.01 «Техническое обслуживание, ремонт и испытание мехатронных систем», разработанной 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 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

ПК 2.1. Осуществлять техническое обслуживание компонентов и модулей мехатронных систем в соответствии с технической документацией

ПК 2.2. Диагностировать неисправности мехатронных систем с использованием алгоритмов поиска и устранения неисправностей

ПК 2.3. Производить замену и ремонт компонентов и модулей мехатронных систем в соответствии с технической документацией

При выполнении практических работ студент должен *знать*:

- правила техники безопасности при проведении работ по ремонту, техническому обслуживанию, контролю и испытаниям мехатронных систем;
- концепцию бережливого производства классификацию и виды отказов оборудования;
- алгоритмы поиска неисправностей;
- понятие, цель и виды технического обслуживания;
- технологическую последовательность разборки, ремонта и сборки узлов и механизмов мехатронных систем;
- классификацию и виды отказов оборудования;
- алгоритмы поиска неисправностей;
- виды и методы контроля и испытаний, методику их проведения и сопроводительную документацию;
- стандарты, положения, методические и другие нормативные материалы по аттестации, испытаниям, эксплуатации и ремонту оборудования мехатронных систем;
- понятие, цель и функции технической диагностики;
- методы диагностирования, неразрушающие методы контроля;
- понятие, цель и виды технического обслуживания;

- физические принципы работы, конструкцию, технические характеристики, области применения, правила эксплуатации оборудования мехатронных систем;
- порядок проведения стандартных и сертифицированных испытаний;
- методы повышения долговечности оборудования;
- технологические процессы ремонта и восстановления деталей и оборудования мехатронных систем;
- технологическую последовательность разборки, ремонта и сборки узлов и механизмов 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;
- 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 практических работ студент должен *уметь*:

- обеспечивать безопасность работ при ремонте, техническом обслуживании, контроле и испытаниях оборудования мехатронных систем;
- применять технологии бережливого производства при организации и выполнении работ по ремонту, техническому обслуживанию, контролю и испытаниям мехатронных систем;
- осуществлять выбор эксплуатационно-смазочных материалов при обслуживании оборудования;
- осуществлять технический контроль качества технического обслуживания;

- заполнять маршрутно-технологическую документацию на обслуживание отраслевого оборудования мехатронных систем;
- разрабатывать мероприятия по устранению причин отказов и обнаружению дефектов оборудования мехатронных систем;
- применять соответствующие методики контроля, испытаний и диагностики оборудования мехатронных систем;
- обнаруживать неисправности мехатронных систем;
- производить диагностику оборудования мехатронных систем и определение его ресурсов;
- оформлять документацию по результатам диагностики и ремонта мехатронных систем;
- применять технологические процессы восстановления деталей;
- производить разборку и сборку гидравлических, пневматических, электромеханических устройств мехатронных систем;
- 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;
- 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 практических занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов учебной дисциплины.

Объем практических занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

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

Комплект методических указаний по выполнению практических работ по дисциплине МДК 02.01 «Техническое обслуживание, ремонт и испытание мехатронных систем» содержит 66 практических занятий.

**Перечень практических работ
по дисциплине МДК 02.01 «Техническое обслуживание, ремонт и
испытание мехатронных систем»**

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1.

Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2.

Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3.

Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4.

Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5.

Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6.

Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7.

Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8.

Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9.

Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10.

Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11.

Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12.

Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13.

Тема: Разработка спецификации автоматизированного оборудования для выполнения определенных технологических процессов

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 14.

Тема: Разработка спецификации автоматизированного оборудования для выполнения определенных технологических процессов

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 30.

Тема: Составление структурной схемы и циклограммы работы обрабатывающей мехатронной системы

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 31.

Тема: Составление структурной схемы и циклограммы работы обрабатывающей мехатронной системы

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 32.

Тема: Составление алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 33.

Тема: Составление алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 34.

Тема: Составление алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 35.

Тема: Составление алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 36.

Тема: Составление алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 37.

Тема: Составление алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 38.

Тема: Составление алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 39.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 40.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 41.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 42.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 43.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 44.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 45.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 46.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 47.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 48.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 49.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 50.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 51.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 52.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 53.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 54.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 55.

Тема: Работа с программами с учетом специфики технологического процесса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 56.

Тема: Работа с программами с учетом специфики технологического процесса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 57.

Тема: Работа с программами с учетом специфики технологического процесса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 58.

Тема: Работа с программами с учетом специфики технологического процесса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 59.

Тема: Работа с программами с учетом специфики технологического процесса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 60.

Тема: Работа с программами с учетом специфики технологического процесса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 61.

Тема: Работа с технической документацией на программу

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 62.

Тема: Работа с технической документацией на программу

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 63.

Тема: Работа с технической документацией на программу

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 64.

Тема: Работа с технической документацией на программу

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 65.

Тема: Работа с технической документацией на программу

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 66.

Тема: Работа с технической документацией на программу

ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Прежде чем приступить к выполнению заданий, внимательно прочитайте данные рекомендации. Практические работы включают в себя задания следующих видов.

1. Работа за компьютером

В ходе выполнения практических работ студент должен:

- выполнять требования по охране труда
- соблюдать инструкцию по правилам и мерам безопасности в кабинете информационных технологий
- строго выполнять весь объем работы, указанный в задании
- соблюдать требования эксплуатации компьютерной техники (правила включения и выключения)
- предоставить отчет о проделанной работе по окончании выполненной работы, который должен содержать:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Задание и его решение.
4. Вывод о проделанной работе.

Студент должен выполнить практическую работу самостоятельно (или в группе, если это предусмотрено заданием). Практическая работа выполняется согласно заданию и методическим рекомендациям. После выполнения практической работы обучающийся самостоятельно себя контролирует путем ответов на вопросы. Результат работы представляется преподавателю в виде файла (файлов) в личном каталоге, защищается обучающимися.

По ходу выполнения работы при возникновении вопросов обучающийся может получить консультацию у преподавателя или самостоятельно воспользоваться лекционным материалом, рекомендуемой литературой.

2. Поиск информации в сети – использование web-браузеров, баз данных, пользование информационно-поисковыми и информационно-справочными системами, автоматизированными библиотечными системами, электронными журналами. Поиск и обработка информации включает подготовку фрагмента практического занятия.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1.

Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

Цель работы: изучить условные обозначения звеньев и кинематических пар согласно ГОСТ 2.770–68, освоить методику составления кинематической схемы механизма по его макету; научиться определять число и вид звеньев и кинематических пар; освоить методику построения подробной и укрупненной структурных схем механизма, а также конфигурации структуры механизма.

Оборудование: макеты механизмов, масштабная линейка, транспортир, циркуль, карандаши, инструкции по выполнению работы.

Справочный материал:

Механизм – это система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемое движение других тел.

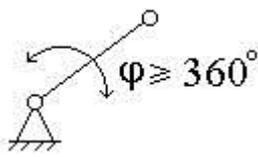
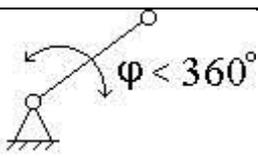
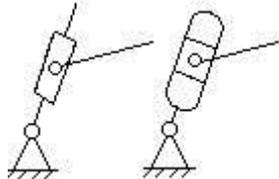
Одно или несколько жестко соединенных твердых тел, входящих в состав механизма, называются **звеном**. Звено, принимаемое за неподвижное, называется стойкой.

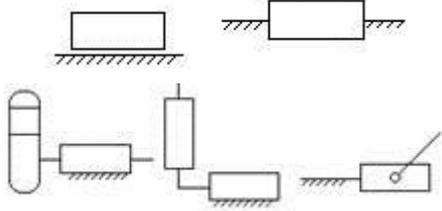
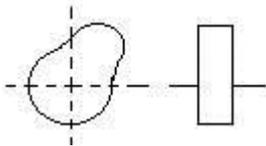
Кинематической парой называется соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающее их относительное движение.

Совокупность поверхностей, линий, точек звена, по которым оно может соприкаться с другим звеном, образуя кинематическую пару, называется **элементом звена** (элементом кинематической пары).

Узел сопряжения – это совокупность поверхностей, линий, точек звена, по которым оно в данный момент соприкасается с другим звеном, образуя кинематическую пару. Узел сопряжения это часть элемента звена, которая непосредственно соприкасается с другим звеном.

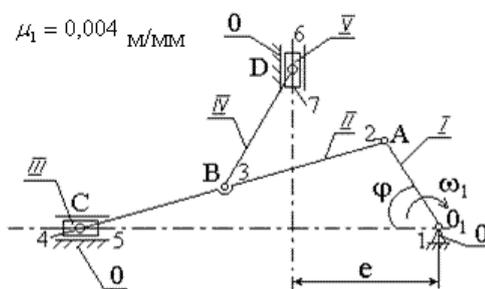
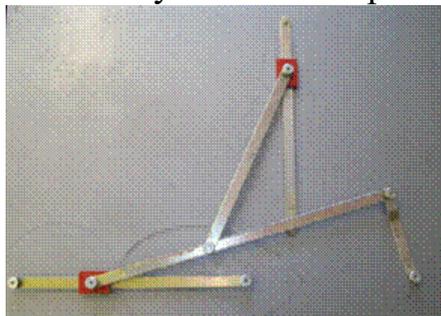
Таблица 1. Основные виды звеньев, используемых в механизмах

Наименование	Определение	Внешний вид и условное обозначение на кинематической схеме
Стойка	Звено, принимаемое за неподвижное	
Кривошип	Вращающееся звено рычажного механизма, которое может совершать полный оборот вокруг неподвижной оси.	
Коромысло	Вращающееся звено рычажного механизма, которое может совершать только неполный оборот вокруг неподвижной оси.	
Кулиса	Звено рычажного механизма, вращающееся вокруг неподвижной оси и образующее с другим подвижным звеном поступательную пару.	

Ползун	Звено рычажного механизма, образующее поступательную пару со стойкой.	
Шатун	Звено рычажного механизма, образующее кинематические пары только с подвижными звеньями.	
Кулачок	Звено, имеющее элемент высшей пары, выполненный в виде поверхности переменной кривизны.	

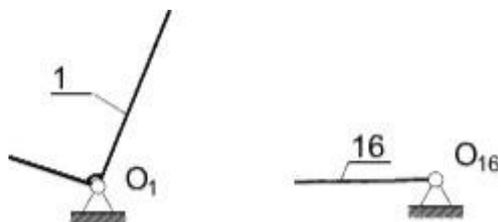
Кинематическая схема – это модель механизма, отражающая его строение и основные геометрические свойства его звеньев.

Кинематическая схема может отражать строение механизма в масштабе или без соблюдения масштаба. В первом случае кинематическая схема должна показывать все параметры, необходимые для кинематического исследования механизма (длины звеньев, расстояния между центрами шарниров, расстояния до неподвижных направляющих, углы между плечами звеньев и т.д.). Конструктивные особенности механизма на кинематических схемах не показывают, чтобы не усложнять чертеж.



Содержание работы:

Задание 1. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.



1. Ознакомиться с моделью механизма, установить его назначение (например, преобразование вращательного движения в поступательное), определить число звеньев и кинематических пар. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.

2. Измерить расстояние между центрами шарниров, расстояние до неподвижных направляющих, углы между плечами звеньев. Составить таблицу параметров звеньев механизма.

3. Выделить неподвижные элементы кинематических пар, принадлежащие стойке (базовые точки и линии) и нанести их на схему с учетом выбранного масштабного коэффициента длины μ_l , указав расстояния в миллиметрах непосредственно на чертеже. За начало координат базовых точек и линий принять центр вращения кривошипа.
4. Вычертить одно из положений ведущего звена, при котором в механизме нет наложения одного звена на другое. Показать стрелкой направление движения ведущего звена.
5. В выбранном масштабе вычертить кинематическую цепь, образованную остальными звеньями механизма, используя метод планов положений звеньев.
6. Пронумеровать звенья римскими цифрами, а кинематические пары – арабскими цифрами. Кроме того, центры вращательных кинематических пар обозначить прописными буквами латинского алфавита. Указать масштабный коэффициент длины, использованный при построении кинематической схемы.
7. Составить структурную схему механизма.
8. По структурной формуле Малышева определить степень подвижности механизма.
9. Составить таблицы звеньев и кинематических пар, определив вид пары (вращательная или поступательная), а также указать номера звеньев, образующих эти пары.
10. Провести структурный анализ по Ассуру:
 - а) разбить механизм на группы Ассура ($w=0$);
 - б) каждую группу вычертить в том виде, в каком она изображена на схеме механизма, а также нарисовать структурные схемы (детльную и укрупненную) составных частей механизма, выделенных на основе структурных группы.
 - в) для каждой группы определить:
 - число подвижных звеньев n ,
 - число низших кинематических пар p_n ,
 - степень подвижности w ,
 - класс группы,
 - вид (модификацию), если группа 2-го класса.
11. Написать формулу строения механизма.
12. Определить класс и порядок механизма.
13. Нарисовать укрупненную структурную схему механизма.
14. Нарисовать конфигурации механизма: а) считая, что составными частями первого уровня разукрупнения являются его звенья; б) считая, что составными частями первого уровня являются сборочные единицы, выделение в результате структурного анализа по Ассуру, а составными частями второго уровня – звенья.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2.

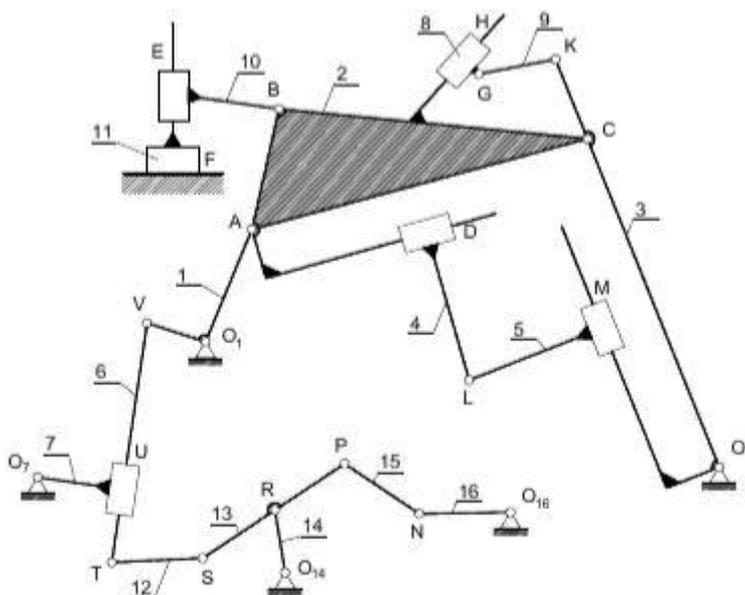
Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

Цель работы: изучить условные обозначения звеньев и кинематических пар согласно ГОСТ 2.770–68, освоить методику составления кинематической схемы механизма по его макету; научиться определять число и вид звеньев и кинематических пар; освоить методику построения подробной и укрупненной структурных схем механизма, а также конфигурации структуры механизма.

Оборудование: макеты механизмов, масштабная линейка, транспортир, циркуль, карандаши, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.



1. Ознакомиться с моделью механизма, установить его назначение (например, преобразование вращательного движения в поступательное), определить число звеньев и кинематических пар. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.

2. Измерить расстояние между центрами шарниров, расстояние до неподвижных направляющих, углы между плечами звеньев. Составить таблицу параметров звеньев механизма.

3. Выделить неподвижные элементы кинематических пар, принадлежащие стойке (базовые точки и линии) и нанести их на схему с учетом выбранного масштабного коэффициента длины μ_l , указав расстояния в миллиметрах непосредственно на чертеже. За начало координат базовых точек и линий принять центр вращения кривошипа.

4. Вычертить одно из положений ведущего звена, при котором в механизме нет наложения одного звена на другое. Показать стрелкой направление движения ведущего звена.

5. В выбранном масштабе вычертить кинематическую цепь, образованную остальными звеньями механизма, используя метод планов положений звеньев.

6. Пронумеровать звенья римскими цифрами, а кинематические пары – арабскими цифрами. Кроме того, центры вращательных кинематических пар обозначить прописными буквами латинского алфавита. Указать масштабный коэффициент длины, использованный при построении кинематической схемы.
7. Составить структурную схему механизма.
8. По структурной формуле Малышева определить степень подвижности механизма.
9. Составить таблицы звеньев и кинематических пар, определив вид пары (вращательная или поступательная), а также указать номера звеньев, образующих эти пары.
10. Провести структурный анализ по Ассурю:
 - а) разбить механизм на группы Ассюра ($w=0$);
 - б) каждую группу вычертить в том виде, в каком она изображена на схеме механизма, а также нарисовать структурные схемы (детльную и укрупненную) составных частей механизма, выделенных на основе структурных группы.
 - в) для каждой группы определить:
 - число подвижных звеньев n ,
 - число низших кинематических пар p_n ,
 - степень подвижности w ,
 - класс группы,
 - вид (модификацию), если группа 2-го класса.
11. Написать формулу строения механизма.
12. Определить класс и порядок механизма.
13. Нарисовать укрупненную структурную схему механизма.
14. Нарисовать конфигурации механизма: а) считая, что составными частями первого уровня разукрупнения являются его звенья; б) считая, что составными частями первого уровня являются сборочные единицы, выделение в результате структурного анализа по Ассурю, а составными частями второго уровня – звенья.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3.

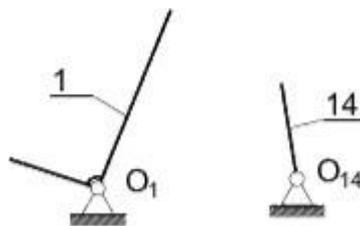
Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

Цель работы: изучить условные обозначения звеньев и кинематических пар согласно ГОСТ 2.770–68, освоить методику составления кинематической схемы механизма по его макету; научиться определять число и вид звеньев и кинематических пар; освоить методику построения подробной и укрупненной структурных схем механизма, а также конфигурации структуры механизма.

Оборудование: макеты механизмов, масштабная линейка, транспортир, циркуль, карандаши, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.



1. Ознакомиться с моделью механизма, установить его назначение (например, преобразование вращательного движения в поступательное), определить число звеньев и кинематических пар. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.
2. Измерить расстояние между центрами шарниров, расстояние до неподвижных направляющих, углы между плечами звеньев. Составить таблицу параметров звеньев механизма.
3. Выделить неподвижные элементы кинематических пар, принадлежащие стойке (базовые точки и линии) и нанести их на схему с учетом выбранного масштабного коэффициента длины μ_l , указав расстояния в миллиметрах непосредственно на чертеже. За начало координат базовых точек и линий принять центр вращения кривошипа.
4. Вычертить одно из положений ведущего звена, при котором в механизме нет наложения одного звена на другое. Показать стрелкой направление движения ведущего звена.
5. В выбранном масштабе вычертить кинематическую цепь, образованную остальными звеньями механизма, используя метод планов положений звеньев.
6. Пронумеровать звенья римскими цифрами, а кинематические пары – арабскими цифрами. Кроме того, центры вращательных кинематических пар обозначить прописными буквами латинского алфавита. Указать масштабный коэффициент длины, использованный при построении кинематической схемы.
7. Составить структурную схему механизма.
8. По структурной формуле Малышева определить степень подвижности механизма.

9. Составить таблицы звеньев и кинематических пар, определив вид пары (вращательная или поступательная), а также указать номера звеньев, образующих эти пары.

10. Провести структурный анализ по Ассуру:

а) разбить механизм на группы Ассура ($w=0$);

б) каждую группу вычертить в том виде, в каком она изображена на схеме механизма, а также нарисовать структурные схемы (детльную и укрупненную) составных частей механизма, выделенных на основе структурных группы.

в) для каждой группы определить:

- число подвижных звеньев n ,
- число низших кинематических пар p_n ,
- степень подвижности w ,
- класс группы,
- вид (модификацию), если группа 2-го класса.

11. Написать формулу строения механизма.

12. Определить класс и порядок механизма.

13. Нарисовать укрупненную структурную схему механизма.

14. Нарисовать конфигурации механизма: а) считая, что составными частями первого уровня разукрупнения являются его звенья; б) считая, что составными частями первого уровня являются сборочные единицы, выделение в результате структурного анализа по Асуру, а составными частями второго уровня – звенья.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4.

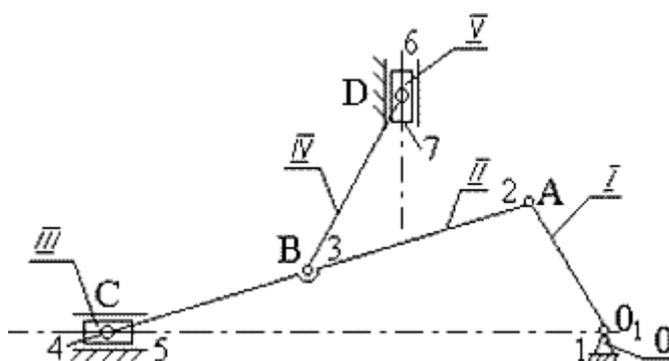
Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

Цель работы: изучить условные обозначения звеньев и кинематических пар согласно ГОСТ 2.770–68, освоить методику составления кинематической схемы механизма по его макету; научиться определять число и вид звеньев и кинематических пар; освоить методику построения подробной и укрупненной структурных схем механизма, а также конфигурации структуры механизма.

Оборудование: макеты механизмов, масштабная линейка, транспортир, циркуль, карандаши, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.



1. Ознакомиться с моделью механизма, установить его назначение (например, преобразование вращательного движения в поступательное), определить число звеньев и кинематических пар. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.
2. Измерить расстояние между центрами шарниров, расстояние до неподвижных направляющих, углы между плечами звеньев. Составить таблицу параметров звеньев механизма.
3. Выделить неподвижные элементы кинематических пар, принадлежащие стойке (базовые точки и линии) и нанести их на схему с учетом выбранного масштабного коэффициента длины μ_l , указав расстояния в миллиметрах непосредственно на чертеже. За начало координат базовых точек и линий принять центр вращения кривошипа.
4. Вычертить одно из положений ведущего звена, при котором в механизме нет наложения одного звена на другое. Показать стрелкой направление движения ведущего звена.
5. В выбранном масштабе вычертить кинематическую цепь, образованную остальными звеньями механизма, используя метод планов положений звеньев.
6. Пронумеровать звенья римскими цифрами, а кинематические пары – арабскими цифрами. Кроме того, центры вращательных кинематических пар обозначить прописными буквами латинского алфавита. Указать масштабный коэффициент длины, использованный при построении кинематической схемы.
7. Составить структурную схему механизма.

8. По структурной формуле Малышева определить степень подвижности механизма.
9. Составить таблицы звеньев и кинематических пар, определив вид пары (вращательная или поступательная), а также указать номера звеньев, образующих эти пары.
10. Провести структурный анализ по Ассуру:
 - а) разбить механизм на группы Ассура ($w=0$);
 - б) каждую группу вычертить в том виде, в каком она изображена на схеме механизма, а также нарисовать структурные схемы (детльную и укрупненную) составных частей механизма, выделенных на основе структурных группы.
 - в) для каждой группы определить:
 - число подвижных звеньев n ,
 - число низших кинематических пар p_n ,
 - степень подвижности w ,
 - класс группы,
 - вид (модификацию), если группа 2-го класса.
11. Написать формулу строения механизма.
12. Определить класс и порядок механизма.
13. Нарисовать укрупненную структурную схему механизма.
14. Нарисовать конфигурации механизма: а) считая, что составными частями первого уровня разукрупнения являются его звенья; б) считая, что составными частями первого уровня являются сборочные единицы, выделение в результате структурного анализа по Асуру, а составными частями второго уровня – звенья.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5.

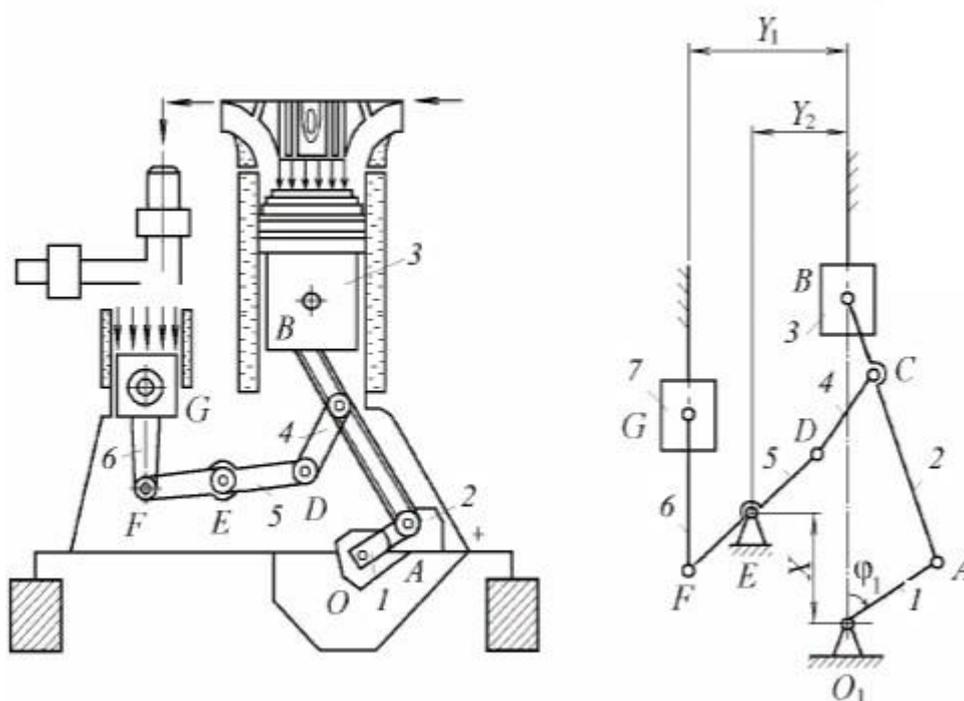
Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

Цель работы: изучить условные обозначения звеньев и кинематических пар согласно ГОСТ 2.770–68, освоить методику составления кинематической схемы механизма по его макету; научиться определять число и вид звеньев и кинематических пар; освоить методику построения подробной и укрупненной структурных схем механизма, а также конфигурации структуры механизма.

Оборудование: макеты механизмов, масштабная линейка, транспортир, циркуль, карандаши, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.



1. Ознакомиться с моделью механизма, установить его назначение (например, преобразование вращательного движения в поступательное), определить число звеньев и кинематических пар. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.
2. Измерить расстояние между центрами шарниров, расстояние до неподвижных направляющих, углы между плечами звеньев. Составить таблицу параметров звеньев механизма.
3. Выделить неподвижные элементы кинематических пар, принадлежащие стойке (базовые точки и линии) и нанести их на схему с учетом выбранного масштабного коэффициента длины μ_l , указав расстояния в миллиметрах непосредственно на чертеже. За начало координат базовых точек и линий принять центр вращения кривошипа.
4. Вычертить одно из положений ведущего звена, при котором в механизме нет наложения одного звена на другое. Показать стрелкой направление движения ведущего звена.

5. В выбранном масштабе вычертить кинематическую цепь, образованную остальными звеньями механизма, используя метод планов положений звеньев.
6. Пронумеровать звенья римскими цифрами, а кинематические пары – арабскими цифрами. Кроме того, центры вращательных кинематических пар обозначить прописными буквами латинского алфавита. Указать масштабный коэффициент длины, использованный при построении кинематической схемы.
7. Составить структурную схему механизма.
8. По структурной формуле Малышева определить степень подвижности механизма.
9. Составить таблицы звеньев и кинематических пар, определив вид пары (вращательная или поступательная), а также указать номера звеньев, образующих эти пары.
10. Провести структурный анализ по Ассур:
 - а) разбить механизм на группы Ассура ($w=0$);
 - б) каждую группу вычертить в том виде, в каком она изображена на схеме механизма, а также нарисовать структурные схемы (детльную и укрупненную) составных частей механизма, выделенных на основе структурных группы.
 - в) для каждой группы определить:
 - число подвижных звеньев n ,
 - число низших кинематических пар p_n ,
 - степень подвижности w ,
 - класс группы,
 - вид (модификацию), если группа 2-го класса.
11. Написать формулу строения механизма.
12. Определить класс и порядок механизма.
13. Нарисовать укрупненную структурную схему механизма.
14. Нарисовать конфигурации механизма: а) считая, что составными частями первого уровня разукрупнения являются его звенья; б) считая, что составными частями первого уровня являются сборочные единицы, выделение в результате структурного анализа по Ассур, а составными частями второго уровня – звенья.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6.

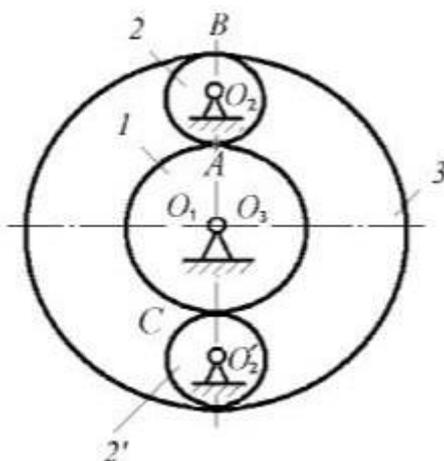
Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

Цель работы: изучить условные обозначения звеньев и кинематических пар согласно ГОСТ 2.770–68, освоить методику составления кинематической схемы механизма по его макету; научиться определять число и вид звеньев и кинематических пар; освоить методику построения подробной и укрупненной структурных схем механизма, а также конфигурации структуры механизма.

Оборудование: макеты механизмов, масштабная линейка, транспортир, циркуль, карандаши, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Составить кинематическую схему зубчатого механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.



1. Ознакомиться с моделью механизма, установить его назначение (например, преобразование вращательного движения в поступательное), определить число звеньев и кинематических пар. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.
2. Измерить расстояние между центрами шарниров, расстояние до неподвижных направляющих, углы между плечами звеньев. Составить таблицу параметров звеньев механизма.
3. Выделить неподвижные элементы кинематических пар, принадлежащие стойке (базовые точки и линии) и нанести их на схему с учетом выбранного масштабного коэффициента длины μ_l , указав расстояния в миллиметрах непосредственно на чертеже. За начало координат базовых точек и линий принять центр вращения кривошипа.
4. Вычертить одно из положений ведущего звена, при котором в механизме нет наложения одного звена на другое. Показать стрелкой направление движения ведущего звена.
5. В выбранном масштабе вычертить кинематическую цепь, образованную остальными звеньями механизма, используя метод планов положений звеньев.
6. Пронумеровать звенья римскими цифрами, а кинематические пары – арабскими цифрами. Кроме того, центры вращательных кинематических пар обозначить прописными буквами латинского алфавита. Указать масштабный коэффициент длины, использованный при построении кинематической схемы.

7. Составить структурную схему механизма.
8. По структурной формуле Малышева определить степень подвижности механизма.
9. Составить таблицы звеньев и кинематических пар, определив вид пары (вращательная или поступательная), а также указать номера звеньев, образующих эти пары.
10. Провести структурный анализ по Ассурю:
 - а) разбить механизм на группы Ассюра ($w=0$);
 - б) каждую группу вычертить в том виде, в каком она изображена на схеме механизма, а также нарисовать структурные схемы (детльную и укрупненную) составных частей механизма, выделенных на основе структурных группы.
 - в) для каждой группы определить:
 - число подвижных звеньев n ,
 - число низших кинематических пар p_n ,
 - степень подвижности w ,
 - класс группы,
 - вид (модификацию), если группа 2-го класса.
11. Написать формулу строения механизма.
12. Определить класс и порядок механизма.
13. Нарисовать укрупненную структурную схему механизма.
14. Нарисовать конфигурации механизма: а) считая, что составными частями первого уровня разукрупнения являются его звенья; б) считая, что составными частями первого уровня являются сборочные единицы, выделение в результате структурного анализа по Асуру, а составными частями второго уровня – звенья.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7.

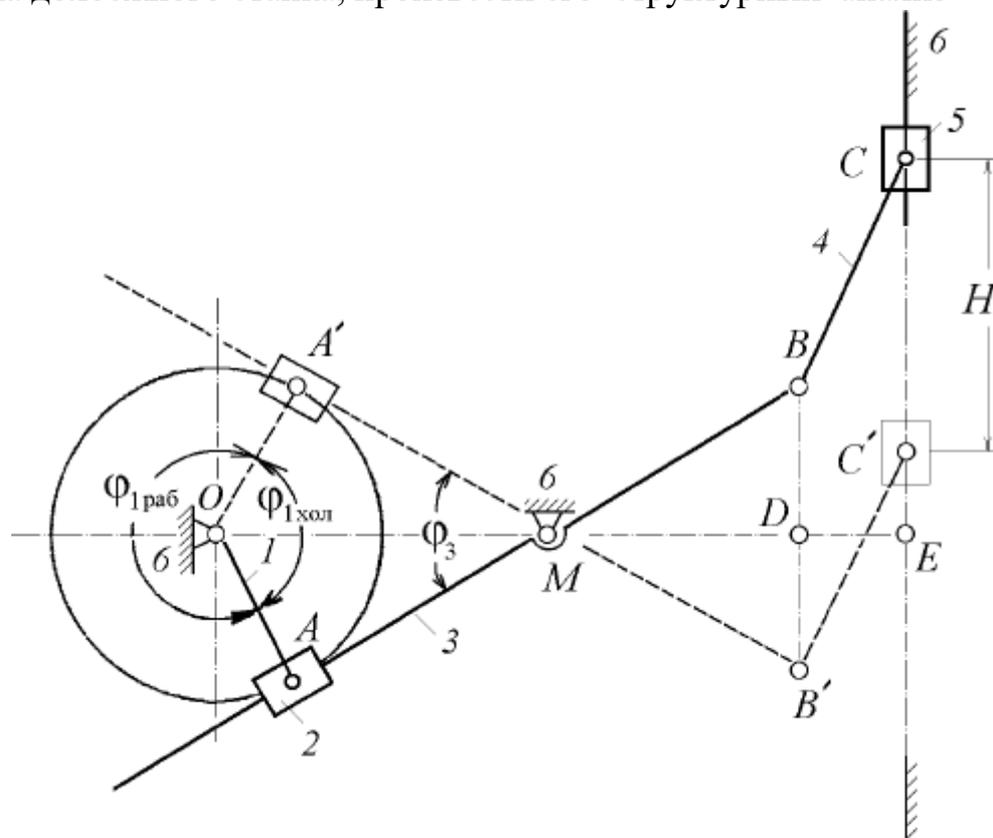
Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

Цель работы: изучить условные обозначения звеньев и кинематических пар согласно ГОСТ 2.770–68, освоить методику составления кинематической схемы механизма по его макету; научиться определять число и вид звеньев и кинематических пар; освоить методику построения подробной и укрупненной структурных схем механизма, а также конфигурации структуры механизма.

Оборудование: механизмы или их модели, масштабная линейка, транспортир, циркуль, карандаши, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Составить и вычертить кинематическую схему рычажного механизма долбежного станка, произвести его структурный анализ



1. Ознакомиться с моделью механизма, установить его назначение (например, преобразование вращательного движения в поступательное), определить число звеньев и кинематических пар. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.
2. Измерить расстояние между центрами шарниров, расстояние до неподвижных направляющих, углы между плечами звеньев. Составить таблицу параметров звеньев механизма.
3. Выделить неподвижные элементы кинематических пар, принадлежащие стойке (базовые точки и линии) и нанести их на схему с учетом выбранного масштабного коэффициента длинны μ_l , указав расстояния в миллиметрах непосредственно на чертеже. За начало координат базовых точек и линий принять центр вращения кривошипа.

4. Вычертить одно из положений ведущего звена, при котором в механизме нет наложения одного звена на другое. Показать стрелкой направление движения ведущего звена.
5. В выбранном масштабе вычертить кинематическую цепь, образованную остальными звеньями механизма, используя метод планов положений звеньев.
6. Пронумеровать звенья римскими цифрами, а кинематические пары – арабскими цифрами. Кроме того, центры вращательных кинематических пар обозначить прописными буквами латинского алфавита. Указать масштабный коэффициент длины, использованный при построении кинематической схемы.
7. Составить структурную схему механизма.
8. По структурной формуле Малышева определить степень подвижности механизма.
9. Составить таблицы звеньев и кинематических пар, определив вид пары (вращательная или поступательная), а также указать номера звеньев, образующих эти пары.
10. Провести структурный анализ по Ассуре:
 - а) разбить механизм на группы Ассура ($w=0$);
 - б) каждую группу вычертить в том виде, в каком она изображена на схеме механизма, а также нарисовать структурные схемы (детльную и укрупненную) составных частей механизма, выделенных на основе структурных группы.
 - в) для каждой группы определить:
 - число подвижных звеньев n ,
 - число низших кинематических пар p_n ,
 - степень подвижности w ,
 - класс группы,
 - вид (модификацию), если группа 2-го класса.
11. Написать формулу строения механизма.
12. Определить класс и порядок механизма.
13. Нарисовать укрупненную структурную схему механизма.
14. Нарисовать конфигурации механизма: а) считая, что составными частями первого уровня разукрупнения являются его звенья; б) считая, что составными частями первого уровня являются сборочные единицы, выделение в результате структурного анализа по Ассуре, а составными частями второго уровня – звенья.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8.

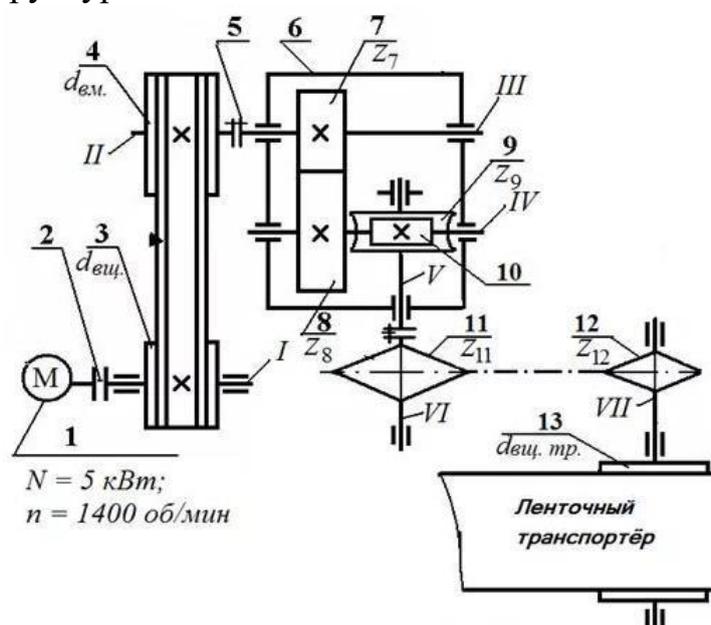
Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

Цель работы: изучить условные обозначения звеньев и кинематических пар согласно ГОСТ 2.770–68, освоить методику составления кинематической схемы механизма по его макету; научиться определять число и вид звеньев и кинематических пар; освоить методику построения подробной и укрупненной структурных схем механизма, а также конфигурации структуры механизма.

Оборудование: механизмы или их модели, масштабная линейка, транспортир, циркуль, карандаши, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Составить и вычертить кинематическую схему механизма, произвести его структурный анализ



1. Ознакомиться с моделью механизма, установить его назначение (например, преобразование вращательного движения в поступательное), определить число звеньев и кинематических пар. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.
2. Измерить расстояние между центрами шарниров, расстояние до неподвижных направляющих, углы между плечами звеньев. Составить таблицу параметров звеньев механизма.
3. Выделить неподвижные элементы кинематических пар, принадлежащие стойке (базовые точки и линии) и нанести их на схему с учетом выбранного масштабного коэффициента длины μ_l , указав расстояния в миллиметрах непосредственно на чертеже. За начало координат базовых точек и линий принять центр вращения кривошипа.
4. Вычертить одно из положений ведущего звена, при котором в механизме нет наложения одного звена на другое. Показать стрелкой направление движения ведущего звена.
5. В выбранном масштабе вычертить кинематическую цепь, образованную остальными звеньями механизма, используя метод планов положений звеньев.

6. Пронумеровать звенья римскими цифрами, а кинематические пары – арабскими цифрами. Кроме того, центры вращательных кинематических пар обозначить прописными буквами латинского алфавита. Указать масштабный коэффициент длины, использованный при построении кинематической схемы.
7. Составить структурную схему механизма.
8. По структурной формуле Малышева определить степень подвижности механизма.
9. Составить таблицы звеньев и кинематических пар, определив вид пары (вращательная или поступательная), а также указать номера звеньев, образующих эти пары.
10. Провести структурный анализ по Ассуру:
 - а) разбить механизм на группы Ассура ($w=0$);
 - б) каждую группу вычертить в том виде, в каком она изображена на схеме механизма, а также нарисовать структурные схемы (детльную и укрупненную) составных частей механизма, выделенных на основе структурных группы.
 - в) для каждой группы определить:
 - число подвижных звеньев n ,
 - число низших кинематических пар p_n ,
 - степень подвижности w ,
 - класс группы,
 - вид (модификацию), если группа 2-го класса.
11. Написать формулу строения механизма.
12. Определить класс и порядок механизма.
13. Нарисовать укрупненную структурную схему механизма.
14. Нарисовать конфигурации механизма: а) считая, что составными частями первого уровня разукрупнения являются его звенья; б) считая, что составными частями первого уровня являются сборочные единицы, выделение в результате структурного анализа по Асуру, а составными частями второго уровня – звенья.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9.

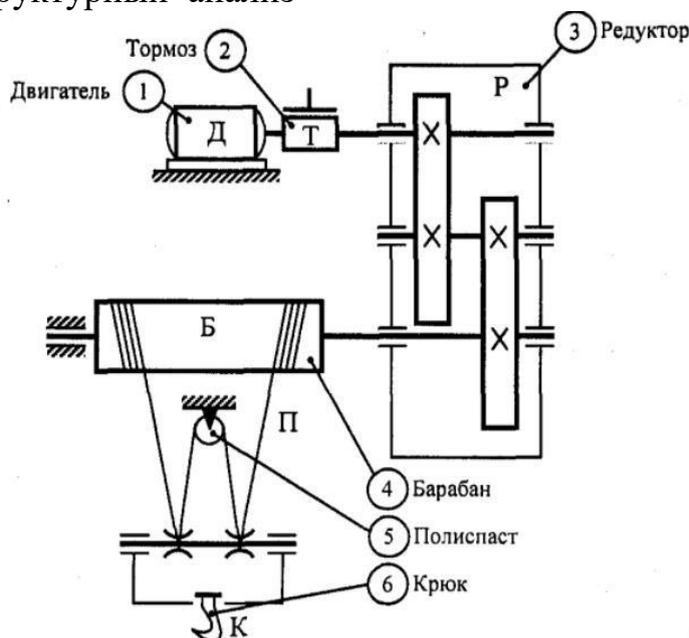
Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

Цель работы: изучить условные обозначения звеньев и кинематических пар согласно ГОСТ 2.770–68, освоить методику составления кинематической схемы механизма по его макету; научиться определять число и вид звеньев и кинематических пар; освоить методику построения подробной и укрупненной структурных схем механизма, а также конфигурации структуры механизма.

Оборудование: механизмы или их модели, масштабная линейка, транспортир, циркуль, карандаши, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Составить и вычертить кинематическую схему механизма, произвести его структурный анализ



1. Ознакомиться с моделью механизма, установить его назначение (например, преобразование вращательного движения в поступательное), определить число звеньев и кинематических пар. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.
2. Измерить расстояние между центрами шарниров, расстояние до неподвижных направляющих, углы между плечами звеньев. Составить таблицу параметров звеньев механизма.
3. Выделить неподвижные элементы кинематических пар, принадлежащие стойке (базовые точки и линии) и нанести их на схему с учетом выбранного масштабного коэффициента длины μ_l , указав расстояния в миллиметрах непосредственно на чертеже. За начало координат базовых точек и линий принять центр вращения кривошипа.
4. Вычертить одно из положений ведущего звена, при котором в механизме нет наложения одного звена на другое. Показать стрелкой направление движения ведущего звена.
5. В выбранном масштабе вычертить кинематическую цепь, образованную остальными звеньями механизма, используя метод планов положений звеньев.

6. Пронумеровать звенья римскими цифрами, а кинематические пары – арабскими цифрами. Кроме того, центры вращательных кинематических пар обозначить прописными буквами латинского алфавита. Указать масштабный коэффициент длины, использованный при построении кинематической схемы.
7. Составить структурную схему механизма.
8. По структурной формуле Малышева определить степень подвижности механизма.
9. Составить таблицы звеньев и кинематических пар, определив вид пары (вращательная или поступательная), а также указать номера звеньев, образующих эти пары.
10. Провести структурный анализ по Ассурю:
 - а) разбить механизм на группы Ассура ($w=0$);
 - б) каждую группу вычертить в том виде, в каком она изображена на схеме механизма, а также нарисовать структурные схемы (детльную и укрупненную) составных частей механизма, выделенных на основе структурных группы.
 - в) для каждой группы определить:
 - число подвижных звеньев n ,
 - число низших кинематических пар p_n ,
 - степень подвижности w ,
 - класс группы,
 - вид (модификацию), если группа 2-го класса.
11. Написать формулу строения механизма.
12. Определить класс и порядок механизма.
13. Нарисовать укрупненную структурную схему механизма.
14. Нарисовать конфигурации механизма: а) считая, что составными частями первого уровня разукрупнения являются его звенья; б) считая, что составными частями первого уровня являются сборочные единицы, выделение в результате структурного анализа по Ассурю, а составными частями второго уровня – звенья.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10.

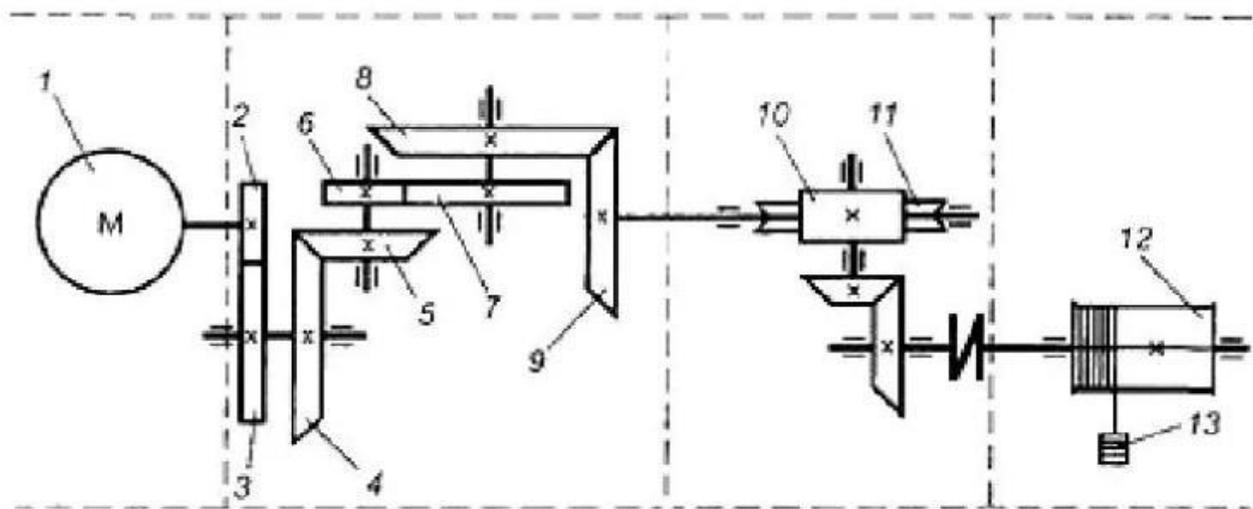
Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

Цель работы: изучить условные обозначения звеньев и кинематических пар согласно ГОСТ 2.770–68, освоить методику составления кинематической схемы механизма по его макету; научиться определять число и вид звеньев и кинематических пар; освоить методику построения подробной и укрупненной структурных схем механизма, а также конфигурации структуры механизма.

Оборудование: механизмы или их модели, масштабная линейка, транспортир, циркуль, карандаши, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Составить и вычертить кинематическую схему механизма, произвести его структурный анализ



1. Ознакомиться с моделью механизма, установить его назначение (например, преобразование вращательного движения в поступательное), определить число звеньев и кинематических пар. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.
2. Измерить расстояние между центрами шарниров, расстояние до неподвижных направляющих, углы между плечами звеньев. Составить таблицу параметров звеньев механизма.
3. Выделить неподвижные элементы кинематических пар, принадлежащие стойке (базовые точки и линии) и нанести их на схему с учетом выбранного масштабного коэффициента длины μ_l , указав расстояния в миллиметрах непосредственно на чертеже. За начало координат базовых точек и линий принять центр вращения кривошипа.
4. Вычертить одно из положений ведущего звена, при котором в механизме нет наложения одного звена на другое. Показать стрелкой направление движения ведущего звена.
5. В выбранном масштабе вычертить кинематическую цепь, образованную остальными звеньями механизма, используя метод планов положений звеньев.
6. Пронумеровать звенья римскими цифрами, а кинематические пары – арабскими цифрами. Кроме того, центры вращательных кинематических пар

обозначить прописными буквами латинского алфавита. Указать масштабный коэффициент длины, использованный при построении кинематической схемы.

7. Составить структурную схему механизма.

8. По структурной формуле Малышева определить степень подвижности механизма.

9. Составить таблицы звеньев и кинематических пар, определив вид пары (вращательная или поступательная), а также указать номера звеньев, образующих эти пары.

10. Провести структурный анализ по Ассуру:

а) разбить механизм на группы Ассура ($w=0$);

б) каждую группу вычертить в том виде, в каком она изображена на схеме механизма, а также нарисовать структурные схемы (детльную и укрупненную) составных частей механизма, выделенных на основе структурных группы.

в) для каждой группы определить:

- число подвижных звеньев n ,

- число низших кинематических пар p_n ,

- степень подвижности w ,

- класс группы,

- вид (модификацию), если группа 2-го класса.

11. Написать формулу строения механизма.

12. Определить класс и порядок механизма.

13. Нарисовать укрупненную структурную схему механизма.

14. Нарисовать конфигурации механизма: а) считая, что составными частями первого уровня разукрупнения являются его звенья; б) считая, что составными частями первого уровня являются сборочные единицы, выделение в результате структурного анализа по Ассуру, а составными частями второго уровня – звенья.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11.

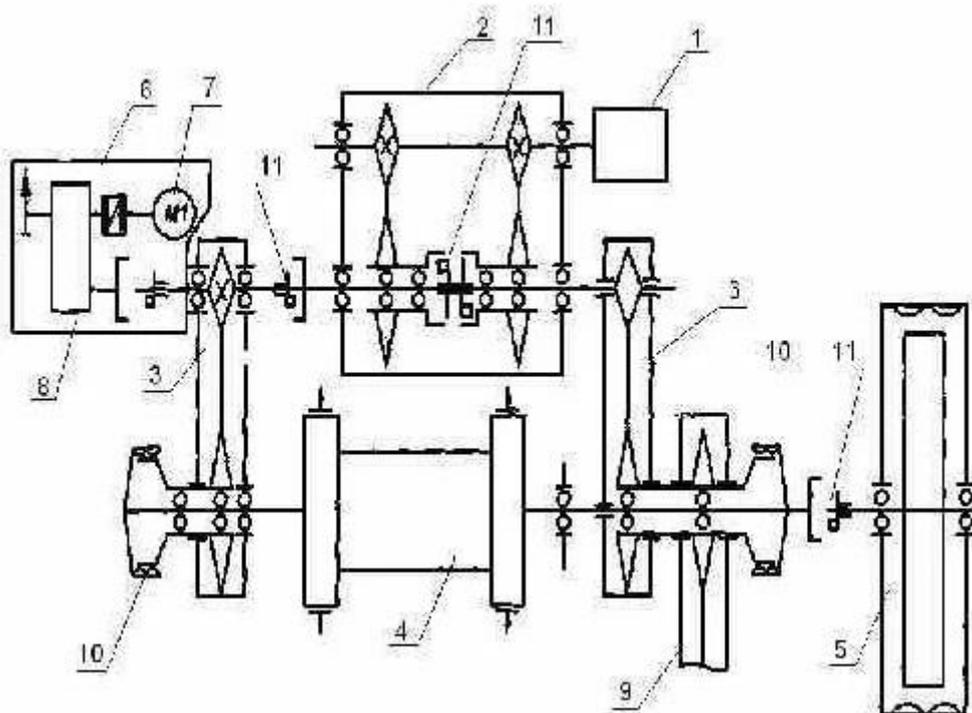
Тема: Составление кинематической схемы механизмов и узлов автоматизированного оборудования

Цель работы: изучить условные обозначения звеньев и кинематических пар согласно ГОСТ 2.770–68, освоить методику составления кинематической схемы механизма по его макету; научиться определять число и вид звеньев и кинематических пар; освоить методику построения подробной и укрупненной структурных схем механизма, а также конфигурации структуры механизма.

Оборудование: механизмы или их модели, масштабная линейка, транспортир, циркуль, карандаши, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Составить и вычертить кинематическую схему механизма, произвести его структурный анализ



1. Ознакомиться с моделью механизма, установить его назначение (например, преобразование вращательного движения в поступательное), определить число звеньев и кинематических пар. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.

2. Измерить расстояние между центрами шарниров, расстояние до неподвижных направляющих, углы между плечами звеньев. Составить таблицу параметров звеньев механизма.

3. Выделить неподвижные элементы кинематических пар, принадлежащие стойке (базовые точки и линии) и нанести их на схему с учетом выбранного масштабного коэффициента длины μ_l , указав расстояния в миллиметрах непосредственно на чертеже. За начало координат базовых точек и линий принять центр вращения кривошипа.

4. Вычертить одно из положений ведущего звена, при котором в механизме нет наложения одного звена на другое. Показать стрелкой направление движения ведущего звена.
5. В выбранном масштабе вычертить кинематическую цепь, образованную остальными звеньями механизма, используя метод планов положений звеньев.
6. Пронумеровать звенья римскими цифрами, а кинематические пары – арабскими цифрами. Кроме того, центры вращательных кинематических пар обозначить прописными буквами латинского алфавита. Указать масштабный коэффициент длины, использованный при построении кинематической схемы.
7. Составить структурную схему механизма.
8. По структурной формуле Малышева определить степень подвижности механизма.
9. Составить таблицы звеньев и кинематических пар, определив вид пары (вращательная или поступательная), а также указать номера звеньев, образующих эти пары.
10. Провести структурный анализ по Ассуре:
 - а) разбить механизм на группы Ассура ($w=0$);
 - б) каждую группу вычертить в том виде, в каком она изображена на схеме механизма, а также нарисовать структурные схемы (детальную и укрупненную) составных частей механизма, выделенных на основе структурных группы.
 - в) для каждой группы определить:
 - число подвижных звеньев n ,
 - число низших кинематических пар p_n ,
 - степень подвижности w ,
 - класс группы,
 - вид (модификацию), если группа 2-го класса.
11. Написать формулу строения механизма.
12. Определить класс и порядок механизма.
13. Нарисовать укрупненную структурную схему механизма.
14. Нарисовать конфигурации механизма: а) считая, что составными частями первого уровня разукрупнения являются его звенья; б) считая, что составными частями первого уровня являются сборочные единицы, выделение в результате структурного анализа по Ассуре, а составными частями второго уровня – звенья.

7. Составить структурную схему механизма.
8. По структурной формуле Малышева определить степень подвижности механизма.
9. Составить таблицы звеньев и кинематических пар, определив вид пары (вращательная или поступательная), а также указать номера звеньев, образующих эти пары.
10. Провести структурный анализ по Ассурю:
 - а) разбить механизм на группы Ассура ($w=0$);
 - б) каждую группу вычертить в том виде, в каком она изображена на схеме механизма, а также нарисовать структурные схемы (детльную и укрупненную) составных частей механизма, выделенных на основе структурных группы.
 - в) для каждой группы определить:
 - число подвижных звеньев n ,
 - число низших кинематических пар p_n ,
 - степень подвижности w ,
 - класс группы,
 - вид (модификацию), если группа 2-го класса.
11. Написать формулу строения механизма.
12. Определить класс и порядок механизма.
13. Нарисовать укрупненную структурную схему механизма.
14. Нарисовать конфигурации механизма: а) считая, что составными частями первого уровня разукрупнения являются его звенья; б) считая, что составными частями первого уровня являются сборочные единицы, выделение в результате структурного анализа по Асуру, а составными частями второго уровня – звенья.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13.

Тема: Разработка спецификации автоматизированного оборудования для выполнения определенных технологических процессов

Цель работы: изучить правила составления спецификаций; научиться разрабатывать спецификации автоматизированного оборудования.

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Справочный материал:

Спецификации предназначены для чтения проектной документации, составления на их основе заказной документации, организации изготовления щитовой продукции и подготовки производства работ по монтажу технических средств автоматизации.

Спецификацию выполняют на бумажном носителе и/или в виде электронного документа.

Спецификация в виде электронного документа в содержательной части должна иметь все данные, необходимые для ее вывода на средства отображения информации или на бумажный носитель в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

В спецификацию включают все оборудование, материалы и изделия, предусмотренные рабочими чертежами соответствующего основного комплекта.

Спецификацию или ее части, как правило, составляют по разделам и, при необходимости, – подразделам. В пределах каждого раздела (подраздела) оборудование, изделия и материалы размещают по группам, а в пределах групп – в порядке возрастания их основных параметров (например: типа, марки, диаметра, сечения, габаритных размеров и т.п.).

Спецификации оборудования, изделий и материалов присваивают обозначение, состоящее из обозначения соответствующего основного комплекта рабочих чертежей по **ГОСТ 21.101** и через точку шифра "СО".

Пример - 2345-11-ТХ.СО, 2345-11-ОВ.СО, 2345-11-АТХ1.СО.

Содержание работы:

Задание 1. Изучить правила составления спецификации

1. Спецификация оборудования составляется па основании рабочей документации проекта автоматизации и выполняется в виде таблицы. В графах этой таблицы указывается следующая информация: 1 — позиция оборудования, предусмотренного рабочими чертежами; 2 — наименование оборудования и материала, их техническая характеристика в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и другой технической документации па оборудование и материалы, а также завод-изготовитель, а для приборов и средств автоматизации, кроме того, наименования и предельные значения параметров измеряемой среды; 3 — тип, марка оборудования, обозначение стандарта, технического условия или другого документа па оборудование, а также номер опросного листа; 4 — наименование единицы измерения; 5 — код единицы измерения по классификатору систем обозначения единиц измерения; 6 — код завода-изготовителя оборудования; 7 — код оборудования и код

материала по классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции; 8 — цена оборудования; 9 — количество оборудования и материалов; 10 — масса оборудования в килограммах.

395		
Позиция	Наименование и техническая характеристика оборудования и материалов, завод-изготовитель (для импортного оборудования — страна, фирма)	Тип, марка оборудования, обозначение документа
8	1	2
		3
20	170	35

Единица измерения		Код завода-изготовителя	Код оборудования, материала	Цена единицы, тыс. руб.	Количество	Масса единицы оборудования, кг
Наименование	Код					
4	5	6	7	8	9	10
15	15	35	35	25	20	25

Задание 2. Разработать спецификацию на металлорежущий станок

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 14.

Тема: Разработка спецификации автоматизированного оборудования для выполнения определенных технологических процессов

Цель работы: изучить правила составления спецификаций; научиться разрабатывать спецификации автоматизированного оборудования.

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Изучить правила составления спецификации

1. Спецификация оборудования составляется на основании рабочей документации проекта автоматизации и выполняется в виде таблицы. В графах этой таблицы указывается следующая информация: 1 — позиция оборудования, предусмотренного рабочими чертежами; 2 — наименование оборудования и материала, их техническая характеристика в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и другой технической документации на оборудование и материалы, а также завод-изготовитель, а для приборов и средств автоматизации, кроме того, наименования и предельные значения параметров измеряемой среды; 3 — тип, марка оборудования, обозначение стандарта, технического условия или другого документа на оборудование, а также номер опросного листа; 4 — наименование единицы измерения; 5 — код единицы измерения по классификатору систем обозначения единиц измерения; 6 — код завода-изготовителя оборудования; 7 — код оборудования и код материала по классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции; 8 — цена оборудования; 9 — количество оборудования и материалов; 10 — масса оборудования в килограммах.

Задание 2. Разработать спецификацию на станок ЧПУ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 15.

Тема: Разработка спецификации автоматизированного оборудования для выполнения определенных технологических процессов

Цель работы: изучить правила составления спецификаций; научиться разрабатывать спецификации автоматизированного оборудования.

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Изучить правила составления спецификации

1. Спецификация оборудования составляется на основании рабочей документации проекта автоматизации и выполняется в виде таблицы. В графах этой таблицы указывается следующая информация: 1 — позиция оборудования, предусмотренного рабочими чертежами; 2 — наименование оборудования и материала, их техническая характеристика в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и другой технической документации на оборудование и материалы, а также завод-изготовитель, а для приборов и средств автоматизации, кроме того, наименование и предельные значения параметров измеряемой среды; 3 — тип, марка оборудования, обозначение стандарта, технического условия или другого документа на оборудование, а также номер опросного листа; 4 — наименование единицы измерения; 5 — код единицы измерения по классификатору систем обозначения единиц измерения; 6 — код завода-изготовителя оборудования; 7 — код оборудования и код материала по классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции; 8 — цена оборудования; 9 — количество оборудования и материалов; 10 — масса оборудования в килограммах.

Задание 2. Разработать спецификацию на контрольно-сортировочные автоматы

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 16.

Тема: Разработка спецификации автоматизированного оборудования для выполнения определенных технологических процессов

Цель работы: изучить правила составления спецификаций; научиться разрабатывать спецификации автоматизированного оборудования.

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Изучить правила составления спецификации

1. Спецификация оборудования составляется на основании рабочей документации проекта автоматизации и выполняется в виде таблицы. В графах этой таблицы указывается следующая информация: 1 — позиция оборудования, предусмотренного рабочими чертежами; 2 — наименование оборудования и материала, их техническая характеристика в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и другой технической документации на оборудование и материалы, а также завод-изготовитель, а для приборов и средств автоматизации, кроме того, наименования и предельные значения параметров измеряемой среды; 3 — тип, марка оборудования, обозначение стандарта, технического условия или другого документа на оборудование, а также номер опросного листа; 4 — наименование единицы измерения; 5 — код единицы измерения по классификатору систем обозначения единиц измерения; 6 — код завода-изготовителя оборудования; 7 — код оборудования и код материала по классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции; 8 — цена оборудования; 9 — количество оборудования и материалов; 10 — масса оборудования в килограммах.

Задание 2. Разработать спецификацию на фрезерный станок с ЧПУ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 17.

Тема: Разработка спецификации автоматизированного оборудования для выполнения определенных технологических процессов

Цель работы: изучить правила составления спецификаций; научиться разрабатывать спецификации автоматизированного оборудования.

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Изучить правила составления спецификации

1. Спецификация оборудования составляется на основании рабочей документации проекта автоматизации и выполняется в виде таблицы. В графах этой таблицы указывается следующая информация: 1 — позиция оборудования, предусмотренного рабочими чертежами; 2 — наименование оборудования и материала, их техническая характеристика в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и другой технической документации на оборудование и материалы, а также завод-изготовитель, а для приборов и средств автоматизации, кроме того, наименования и предельные значения параметров измеряемой среды; 3 — тип, марка оборудования, обозначение стандарта, технического условия или другого документа на оборудование, а также номер опросного листа; 4 — наименование единицы измерения; 5 — код единицы измерения по классификатору систем обозначения единиц измерения; 6 — код завода-изготовителя оборудования; 7 — код оборудования и код материала по классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции; 8 — цена оборудования; 9 — количество оборудования и материалов; 10 — масса оборудования в килограммах.

Задание 2. Разработать спецификацию на координатно-измерительную машину

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 18.

Тема: Разработка спецификации автоматизированного оборудования для выполнения определенных технологических процессов

Цель работы: изучить правила составления спецификаций; научиться разрабатывать спецификации автоматизированного оборудования.

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Изучить правила составления спецификации

1. Спецификация оборудования составляется на основании рабочей документации проекта автоматизации и выполняется в виде таблицы. В графах этой таблицы указывается следующая информация: 1 — позиция оборудования, предусмотренного рабочими чертежами; 2 — наименование оборудования и материала, их техническая характеристика в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и другой технической документации на оборудование и материалы, а также завод-изготовитель, а для приборов и средств автоматизации, кроме того, наименования и предельные значения параметров измеряемой среды; 3 — тип, марка оборудования, обозначение стандарта, технического условия или другого документа на оборудование, а также номер опросного листа; 4 — наименование единицы измерения; 5 — код единицы измерения по классификатору систем обозначения единиц измерения; 6 — код завода-изготовителя оборудования; 7 — код оборудования и код материала по классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции; 8 — цена оборудования; 9 — количество оборудования и материалов; 10 — масса оборудования в килограммах.

Задание 2. Разработать спецификацию на координатно-измерительную машину

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 19.

Тема: Разработка спецификации автоматизированного оборудования для выполнения определенных технологических процессов

Цель работы: изучить правила составления спецификаций; научиться разрабатывать спецификации автоматизированного оборудования.

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Изучить правила составления спецификации

1. Спецификация оборудования составляется на основании рабочей документации проекта автоматизации и выполняется в виде таблицы. В графах этой таблицы указывается следующая информация: 1 — позиция оборудования, предусмотренного рабочими чертежами; 2 — наименование оборудования и материала, их техническая характеристика в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и другой технической документации на оборудование и материалы, а также завод-изготовитель, а для приборов и средств автоматизации, кроме того, наименования и предельные значения параметров измеряемой среды; 3 — тип, марка оборудования, обозначение стандарта, технического условия или другого документа на оборудование, а также номер опросного листа; 4 — наименование единицы измерения; 5 — код единицы измерения по классификатору систем обозначения единиц измерения; 6 — код завода-изготовителя оборудования; 7 — код оборудования и код материала по классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции; 8 — цена оборудования; 9 — количество оборудования и материалов; 10 — масса оборудования в килограммах.

Задание 2. Разработать спецификацию на промышленный робот

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 20.

Тема: Разработка спецификации автоматизированного оборудования для выполнения определенных технологических процессов

Цель работы: изучить правила составления спецификаций; научиться разрабатывать спецификации автоматизированного оборудования.

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Изучить правила составления спецификации

1. Спецификация оборудования составляется на основании рабочей документации проекта автоматизации и выполняется в виде таблицы. В графах этой таблицы указывается следующая информация: 1 — позиция оборудования, предусмотренного рабочими чертежами; 2 — наименование оборудования и материала, их техническая характеристика в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и другой технической документации на оборудование и материалы, а также завод-изготовитель, а для приборов и средств автоматизации, кроме того, наименования и предельные значения параметров измеряемой среды; 3 — тип, марка оборудования, обозначение стандарта, технического условия или другого документа на оборудование, а также номер опросного листа; 4 — наименование единицы измерения; 5 — код единицы измерения по классификатору систем обозначения единиц измерения; 6 — код завода-изготовителя оборудования; 7 — код оборудования и код материала по классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции; 8 — цена оборудования; 9 — количество оборудования и материалов; 10 — масса оборудования в килограммах.

Задание 2. Разработать спецификацию на промышленный робот

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 21.

Тема: Разработка спецификации автоматизированного оборудования для выполнения определенных технологических процессов

Цель работы: изучить правила составления спецификаций; научиться разрабатывать спецификации автоматизированного оборудования.

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Изучить правила составления спецификации

1. Спецификация оборудования составляется на основании рабочей документации проекта автоматизации и выполняется в виде таблицы. В графах этой таблицы указывается следующая информация: 1 — позиция оборудования, предусмотренного рабочими чертежами; 2 — наименование оборудования и материала, их техническая характеристика в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и другой технической документации на оборудование и материалы, а также завод-изготовитель, а для приборов и средств автоматизации, кроме того, наименования и предельные значения параметров измеряемой среды; 3 — тип, марка оборудования, обозначение стандарта, технического условия или другого документа на оборудование, а также номер опросного листа; 4 — наименование единицы измерения; 5 — код единицы измерения по классификатору систем обозначения единиц измерения; 6 — код завода-изготовителя оборудования; 7 — код оборудования и код материала по классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции; 8 — цена оборудования; 9 — количество оборудования и материалов; 10 — масса оборудования в килограммах.

Задание 2. Разработать спецификацию на токарный станок

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 22.

Тема: Разработка спецификации автоматизированного оборудования для выполнения определенных технологических процессов

Цель работы: изучить правила составления спецификаций; научиться разрабатывать спецификации автоматизированного оборудования.

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Изучить правила составления спецификации

1. Спецификация оборудования составляется на основании рабочей документации проекта автоматизации и выполняется в виде таблицы. В графах этой таблицы указывается следующая информация: 1 — позиция оборудования, предусмотренного рабочими чертежами; 2 — наименование оборудования и материала, их техническая характеристика в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и другой технической документации на оборудование и материалы, а также завод-изготовитель, а для приборов и средств автоматизации, кроме того, наименования и предельные значения параметров измеряемой среды; 3 — тип, марка оборудования, обозначение стандарта, технического условия или другого документа на оборудование, а также номер опросного листа; 4 — наименование единицы измерения; 5 — код единицы измерения по классификатору систем обозначения единиц измерения; 6 — код завода-изготовителя оборудования; 7 — код оборудования и код материала по классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции; 8 — цена оборудования; 9 — количество оборудования и материалов; 10 — масса оборудования в килограммах.

Задание 2. Разработать спецификацию на автоматизированное оборудование

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 23.

Тема: Разработка спецификации автоматизированного оборудования для выполнения определенных технологических процессов

Цель работы: изучить правила составления спецификаций; научиться разрабатывать спецификации автоматизированного оборудования.

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Изучить правила составления спецификации

1. Спецификация оборудования составляется на основании рабочей документации проекта автоматизации и выполняется в виде таблицы. В графах этой таблицы указывается следующая информация: 1 — позиция оборудования, предусмотренного рабочими чертежами; 2 — наименование оборудования и материала, их техническая характеристика в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и другой технической документации на оборудование и материалы, а также завод-изготовитель, а для приборов и средств автоматизации, кроме того, наименования и предельные значения параметров измеряемой среды; 3 — тип, марка оборудования, обозначение стандарта, технического условия или другого документа на оборудование, а также номер опросного листа; 4 — наименование единицы измерения; 5 — код единицы измерения по классификатору систем обозначения единиц измерения; 6 — код завода-изготовителя оборудования; 7 — код оборудования и код материала по классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции; 8 — цена оборудования; 9 — количество оборудования и материалов; 10 — масса оборудования в килограммах.

Задание 2. Разработать спецификацию на автоматизированное оборудование

Тема: Разработка спецификации автоматизированного оборудования для выполнения определенных технологических процессов

Цель работы: изучить правила составления спецификаций; научиться разрабатывать спецификации автоматизированного оборудования.

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Изучить правила составления спецификации

1. Спецификация оборудования составляется на основании рабочей документации проекта автоматизации и выполняется в виде таблицы. В графах этой таблицы указывается следующая информация: 1 — позиция оборудования, предусмотренного рабочими чертежами; 2 — наименование оборудования и материала, их техническая характеристика в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и другой технической документации на оборудование и материалы, а также завод-изготовитель, а для приборов и средств автоматизации, кроме того, наименования и предельные значения параметров измеряемой среды; 3 — тип, марка оборудования, обозначение стандарта, технического условия или другого документа на оборудование, а также номер опросного листа; 4 — наименование единицы измерения; 5 — код единицы измерения по классификатору систем обозначения единиц измерения; 6 — код завода-изготовителя оборудования; 7 — код оборудования и код материала по классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции; 8 — цена оборудования; 9 — количество оборудования и материалов; 10 — масса оборудования в килограммах.

Задание 2. Разработать спецификацию на лазерный станок

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 25

Тема: Составление структурной схемы и циклограммы работы обрабатывающей мехатронной системы

Цель работы: изучить правила составления структурной схемы и циклограммы работы мехатронной системы.

Оборудование: учебные мехатронные станции, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Справочный материал:

Применительно к робото-техническим комплексам (РТК) циклограмма должна включать в выбранной последовательности все основные и вспомогательные операции (переходы) изготовления изделия, а также условные операции (переходы) для возможных изменений технологического маршрута.

Для построения циклограммы функционирования РТК необходимо:

- 1) проанализировать компоновку РТК и определить все движения (переходы) основного и вспомогательного оборудования (робота, станка, накопителя), необходимые для выполнения заданного цикла обработки детали;
- 2) определить (составить перечень) всех механизмов основного и вспомогательного оборудования, участвующих в формировании заданного цикла;
- 3) задать исходное положение механизмов робота, станка, транспортера и т. д.;
- 4) составить последовательность движений оборудования (механизмов) за цикл в виде таблицы;
- 5) определить время выполнения каждого движения t_i используя формулы:

$$t_i = \frac{\alpha_i}{\omega_i} \text{ или } t_i = \frac{\beta_i}{\omega_i};$$

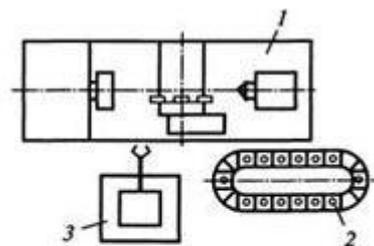
$$t_i = \frac{l_i}{v_i} \text{ или } t_i = \frac{h_i}{v_i},$$

где α_i, β_i — углы поворота механизмов; l_i, h_i — линейные перемещения механизмов; ω_i, v_i — соответственно паспортные скорости углового и линейного перемещения механизмов по соответствующей координате.

Содержание работы:

Задание 1. Построить циклограмму функционирования РТК механообработки.

1. Комплекс предназначен для обработки деталей на токарно-патронном полуавтомате модели 16К20Ф3. Загрузку-разгрузку и переустановку деталей осуществляет однозахватный ПР М20П40.01. В состав РТК входит накопитель для деталей и заготовок — тактовый стол. Компоновка РТК представлена на рисунке.



Компоновка РТК:

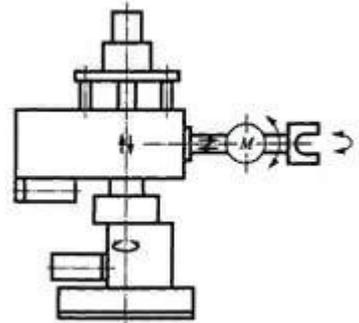
1 — токарный полуавтомат модели 16К20Ф3;
2 — тактовый стол (накопитель заготовок и деталей); 3 — промышленный робот ПР модели М20П.40.01

2. Для выполнения заданного цикла обработки детали за два установка необходимы следующие движения (переходы):

- загрузка заготовки в патрон станка;
- зажим заготовки в патроне; отвод руки ПР;
- обработка детали (установ 1);
- переустановка детали в патроне станка, отвод руки ПР;
- обработка детали (установ 2);
- разгрузка детали из патрона станка на тактовый стол, перемещение тактового стола на один шаг (на одну позицию).

3. В формировании заданного цикла участвуют механизмы станка:

- зажима детали (патрон),
- вращения детали,
- подачи суппорта,
- поворота резцовой головки,
- перемещения ограждения;
- промышленного робота:
 - подъема руки,
 - поворота руки относительно вертикальной оси;
 - выдвижения руки, зажима схвата, ротации схвата (поворота схвата относительно горизонтальной оси), поворота схвата относительно вертикальной оси;

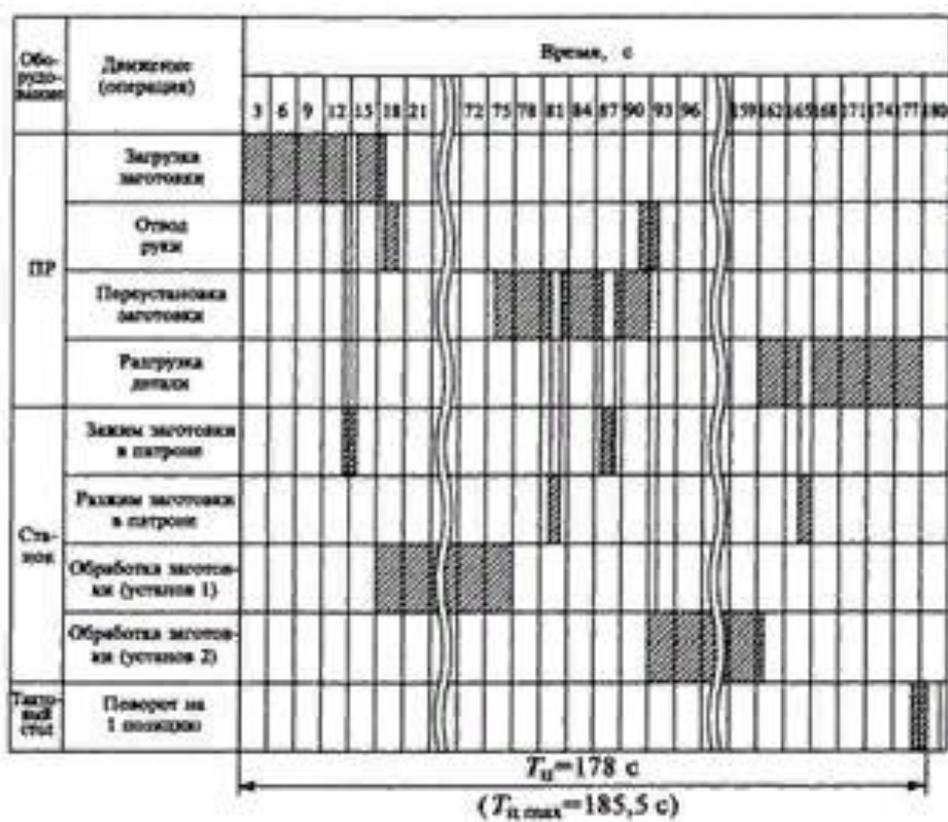


• тактового стола:

перемещения детали (заготовки) на один шаг (на одну позицию).

суппорт в нулевой (исходной) позиции, в резцовой головке установлен необходимый комплект инструментов для обработки заданной детали, т. е. для выполнения заданного цикла обработки, линия центров станка выше уровня расположения заготовок на тактовом столе; схват робота разжат, ось детали, первоначально зажимаемой в схвате, — горизонтальная; рука втянута и повернута к тактовому столу, схват (руад) на уровне расположения заготовок на тактовом столе, заготовка расположена на тактовом столе в призмах против схвата ПР.

4. В соответствии с составленной последовательностью движений механизмов оборудования за цикл построена циклограмма функционирования РТК



Оборудование: учебные мехатронные станции, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Справочный материал:

Применительно к робото-техническим комплексам (РТК) циклограмма должна включать в выбранной последовательности все основные и вспомогательные операции (переходы) изготовления изделия, а также условные операции (переходы) для возможных изменений технологического маршрута.

Для построения циклограммы функционирования РТК необходимо:

- 1) проанализировать компоновку РТК и определить все движения (переходы) основного и вспомогательного оборудования (робота, станка, накопителя), необходимые для выполнения заданного цикла обработки детали;
- 2) определить (составить перечень) всех механизмов основного и вспомогательного оборудования, участвующих в формировании заданного цикла;
- 3) задать исходное положение механизмов робота, станка, транспортера и т. д.;
- 4) составить последовательность движений оборудования (механизмов) за цикл в виде таблицы;
- 5) определить время выполнения каждого движения t_i используя формулы:

$$t_i = \frac{\alpha_i}{\omega_i} \text{ или } t_i = \frac{\beta_i}{\omega_i};$$

$$t_i = \frac{l_i}{v_i} \text{ или } t_i = \frac{h_i}{v_i},$$

где α_i, β_i — углы поворота механизмов; l_i, h_i — линейные перемещения механизмов; ω_i, v_i — соответственно паспортные скорости углового и линейного перемещения механизмов по соответствующей координате.

Содержание работы:

Задание 1. Построить циклограмму работы промышленного робота.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 27

Тема: Составление структурной схемы и циклограммы работы обрабатывающей мехатронной системы.

Цель работы: изучить правила составления структурной схемы и циклограммы работы мехатронной системы.

Оборудование: учебные мехатронные станции, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Справочный материал:

Применительно к робото-техническим комплексам (РТК) циклограмма должна включать в выбранной последовательности все основные и вспомогательные операции (переходы) изготовления изделия, а также условные операции (переходы) для возможных изменений технологического маршрута.

Для построения циклограммы функционирования РТК необходимо:

- 1) проанализировать компоновку РТК и определить все движения (переходы) основного и вспомогательного оборудования (робота, станка, накопителя), необходимые для выполнения заданного цикла обработки детали;
- 2) определить (составить перечень) всех механизмов основного и вспомогательного оборудования, участвующих в формировании заданного цикла;
- 3) задать исходное положение механизмов робота, станка, транспортера и т. д.;
- 4) составить последовательность движений оборудования (механизмов) за цикл в виде таблицы;
- 5) определить время выполнения каждого движения t_i используя формулы:

$$t_i = \frac{\alpha_i}{\omega_i} \text{ или } t_i = \frac{\beta_i}{\omega_i};$$

$$t_i = \frac{l_i}{v_i} \text{ или } t_i = \frac{h_i}{v_i},$$

где α_i, β_i — углы поворота механизмов; l_i, h_i — линейные перемещения механизмов; ω_i, v_i — соответственно паспортные скорости углового и линейного перемещения механизмов по соответствующей координате.

Содержание работы:

Задание 1. Построить циклограмму работы мобильного робота.

Оборудование: учебные мехатронные станции, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Построить структурную схему работы РТК механообработки.

Время обработки детали для металлорежущих станков:

$$T_{\text{он}} \Sigma = t_{\text{обр}} + t_{\text{зпд}} + t_{\text{рпд}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{под}} + t_{\text{ус. д}} + t_{\text{чч}} + t_0 + t_{\text{прост}}$$

Учитывая особенности операций, выполняемых на станках с ЧПУ:

$$T_{\text{шт}} = t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}},$$

Где $t_0 = \Sigma t_{0j}$ - основное время на операцию, мин;

t_{0j} - основное время на выполнение j - го перехода обработки элементарной поверхности;

$t_{\text{в}} = t_{\text{в.у.}} + t_{\text{м.в.}}$ - вспомогательное время, включающие время $t_{\text{в.у}}$ на установку и вспомогательное время $t_{\text{м.в.}}$, связанное с выполнением вспомогательных ходов и перемещений при обработке поверхности, мин.

Анализ временной структуры рассчитывается по времени на обработку детали, ее транспортировки и т.д., и предназначен для четкого определения затрат времени работы РТК на определенную операцию, с целью дальнейшего улучшения характеристик РТК.

Так как способы установки и закрепления заготовки при обработке на станках с ЧПУ принципиально не отличаются от способов, применяемых на станках с ручным управлением, то $t_{\text{в.у.}}$ определяют по имеющимся нормативам для станков с ручным управлением.

В целях упрощения расчетов времени работы РТК в течении цикла, примем:

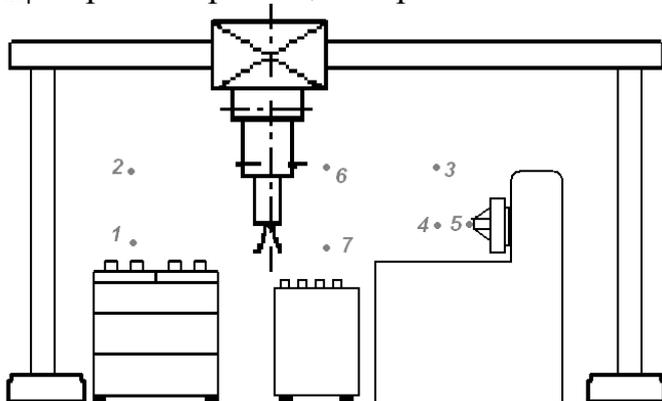
$$T_{\text{он}} \Sigma = t_{\text{уст.д.}} + t_{\text{снят.д.}} + t_{\text{обр.}} + t_{\text{пер.}}$$

где $t_{\text{уст.д.}}$ - время установки детали;

$t_{\text{снят.д.}}$ - время снятия детали;

$t_{\text{обр.}}$ - время обработки детали;

$t_{\text{пер.}}$ - время перемещения робота



Оборудование: учебные мехатронные станции, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Построить структурную схему работы промышленного робота.

Оборудование: учебные мехатронные станции, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Построить структурную схему работы мобильного робота.

Оборудование: учебные мехатронные станции, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Построить структурную схему и циклограмму работы мехатронной системы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 32.

Тема: Составление алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании

Цель работы: изучить правила составления алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании; формирование умений по проектированию технологического процесса

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Справочный материал:

Технологический процесс — это совокупность выстроенных в определенном порядке операций. Он направлен на превращение сырья и заготовок в конечные изделия.

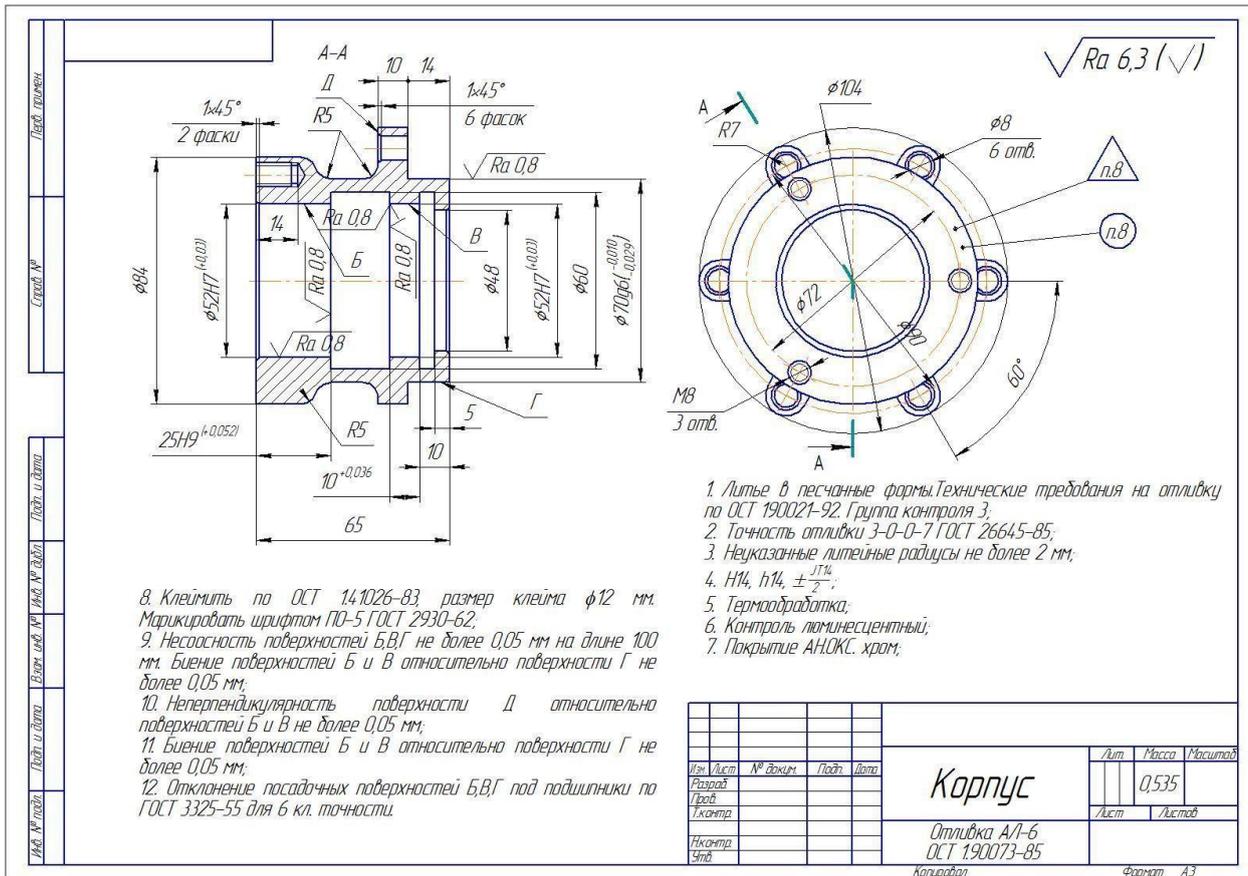
Описание технологического процесса должно содержаться в таких документах, как:

1. Маршрутная карта — описание высокого уровня, в нем перечислены маршруты перемещения детали или заготовки от одного рабочего места к другому или между цехами.
2. Операционная карта — описание среднего уровня, более подробное, в нем перечислены все операционные переходы, операции установки-съемки, используемые инструменты.
3. Технологическая карта — документ самого низкого уровня, содержит самое подробное описание процессов обработки материалов, заготовок, узлов и сборок, параметры этих процессов, рабочие чертежи и используемая оснастка.

Основная цель проектирования технологического процесса — разработка такого способа изготовления заданного изделия, который бы являлся наиболее рациональным не только технически, но и экономически при правильном и полном использовании всех технических возможностей оборудования и оснастки на наиболее выгодных режимах при минимальных затратах времени, рабочей силы, вспомогательных материалов.

Содержание работы:

Задание 1. Разработать технологический процесс обработки детали «Корпус»



1. Написать тему и цель работы
2. Внимательно ознакомиться с теоретическим материалом
3. Составить технологический процесс обработки детали «Корпус» по плану:
 - выберите оборудование, на котором будет обрабатываться заготовка;
 - выберите приспособления для установки детали;
 - выполните схемы базирования;
 - составьте маршрутный технологический процесс
 - составьте операционный технологический процесс
 - выберите режущий инструмент;
 - выберите измерительный инструмент;
 - назначьте режимы резания на все основные переходы;
 - определите время на основные переходы и на всю операцию.
 - заполнение карты технологического процесса
4. Выполнить операционные эскизы

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 33.

Тема: Составление алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании

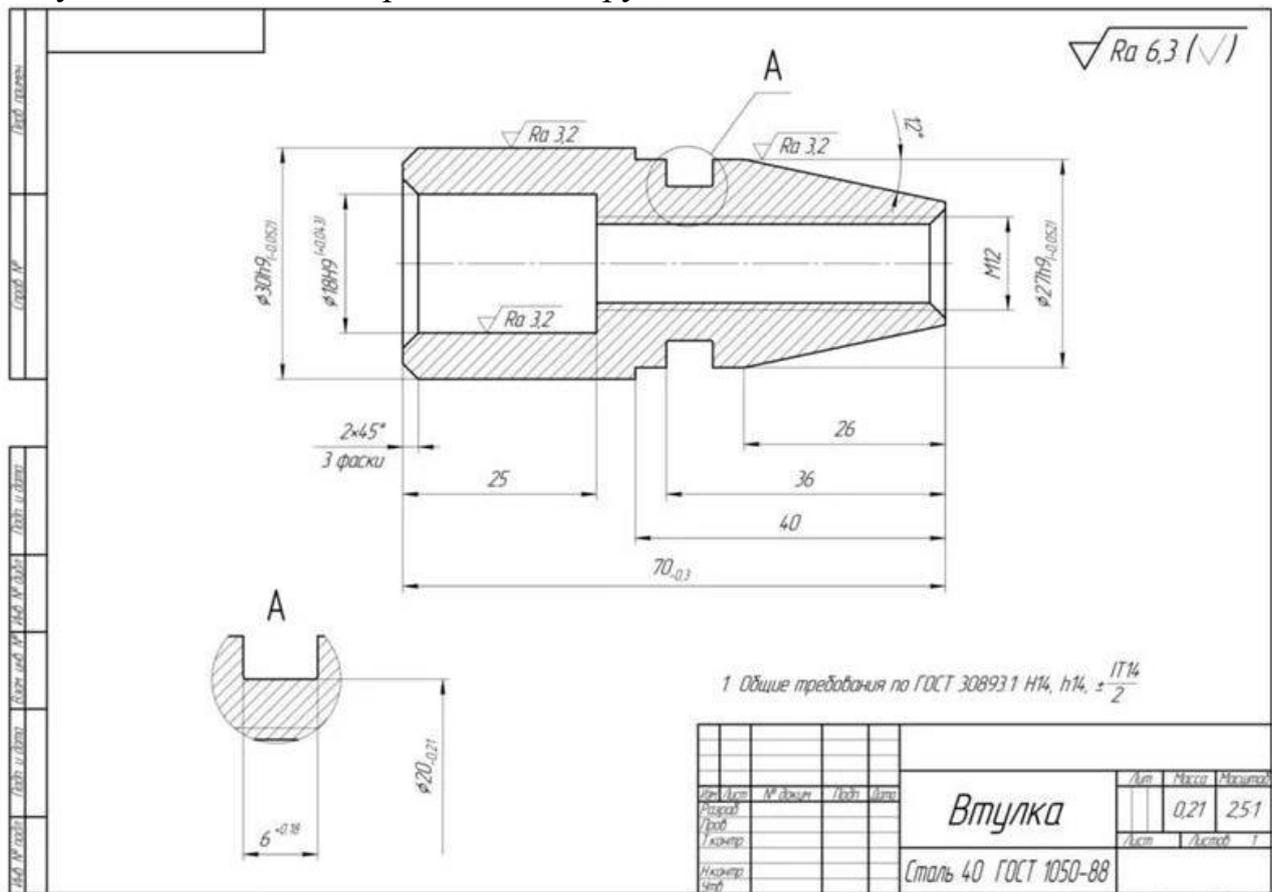
Цель работы: изучить правила составления алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании; формирование умений по проектированию технологического процесса

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Справочный материал:

Содержание работы:

Задание 1. Составить технологический процесс изготовления детали «Втулка» на автоматизированном оборудовании



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 34.

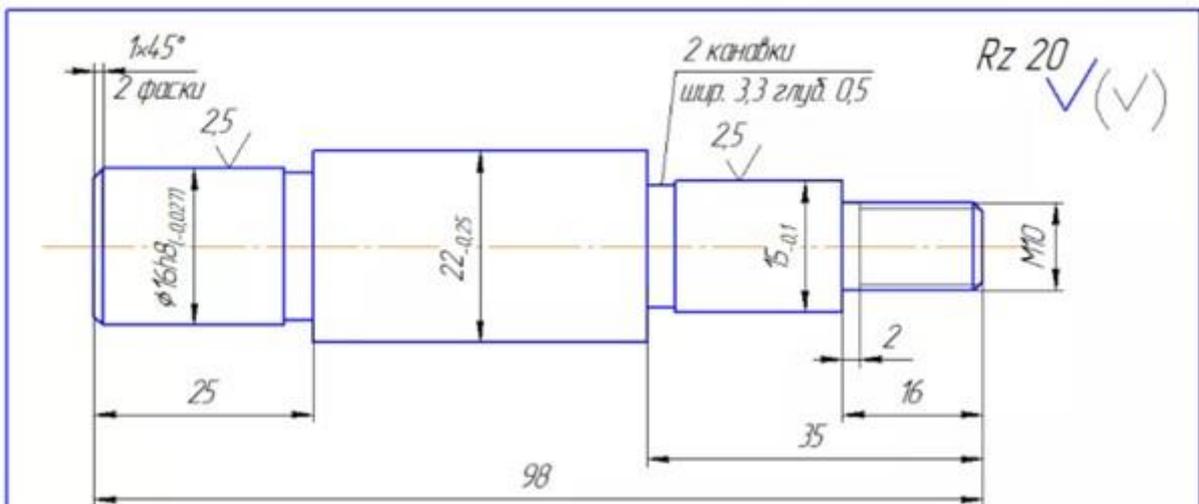
Тема: Составление алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании

Цель работы: изучить правила составления алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании; формирование умений по проектированию технологического процесса

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Составление технологического процесса обработки по чертежу детали «Вал».



1. Острые кромки притупить R 0,2
2. Неуказанные предельные отклонения размеров для валов h12; для остальных $\frac{\pm IT 12}{2}$

Инв. № подл. / Лист и дата / Инв. № подл.

Инв. № подл.	Лист	№ вкл.	Подп.	Дата	Статус	Масштаб	Начисл.
					Вал		21
					Сталь 45 ГОСТ 1050-74		1

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 35.

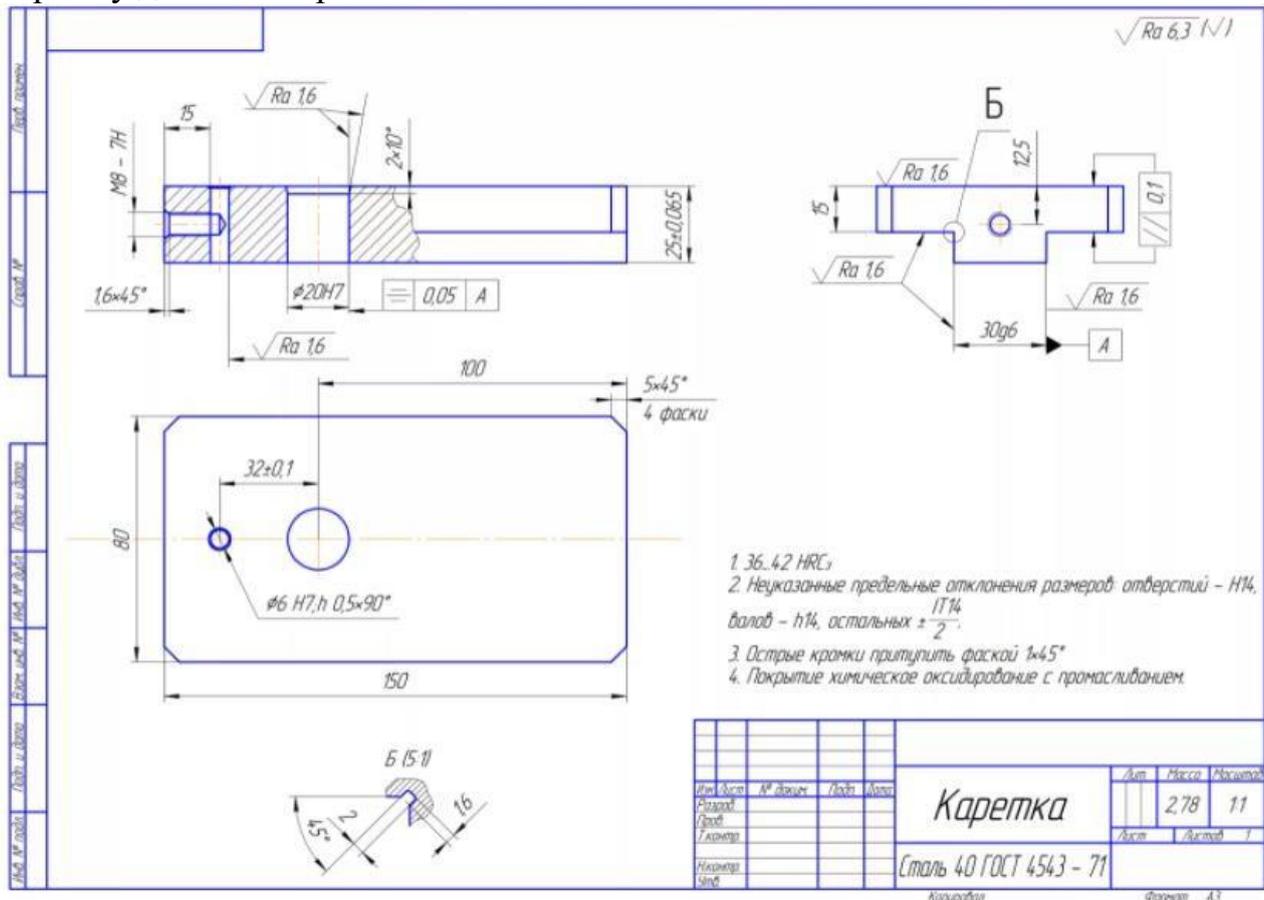
Тема: Составление алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании

Цель работы: изучить правила составления алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании; формирование умений по проектированию технологического процесса

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Составление технологического процесса обработки по чертежу детали «Каретка».



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 36.

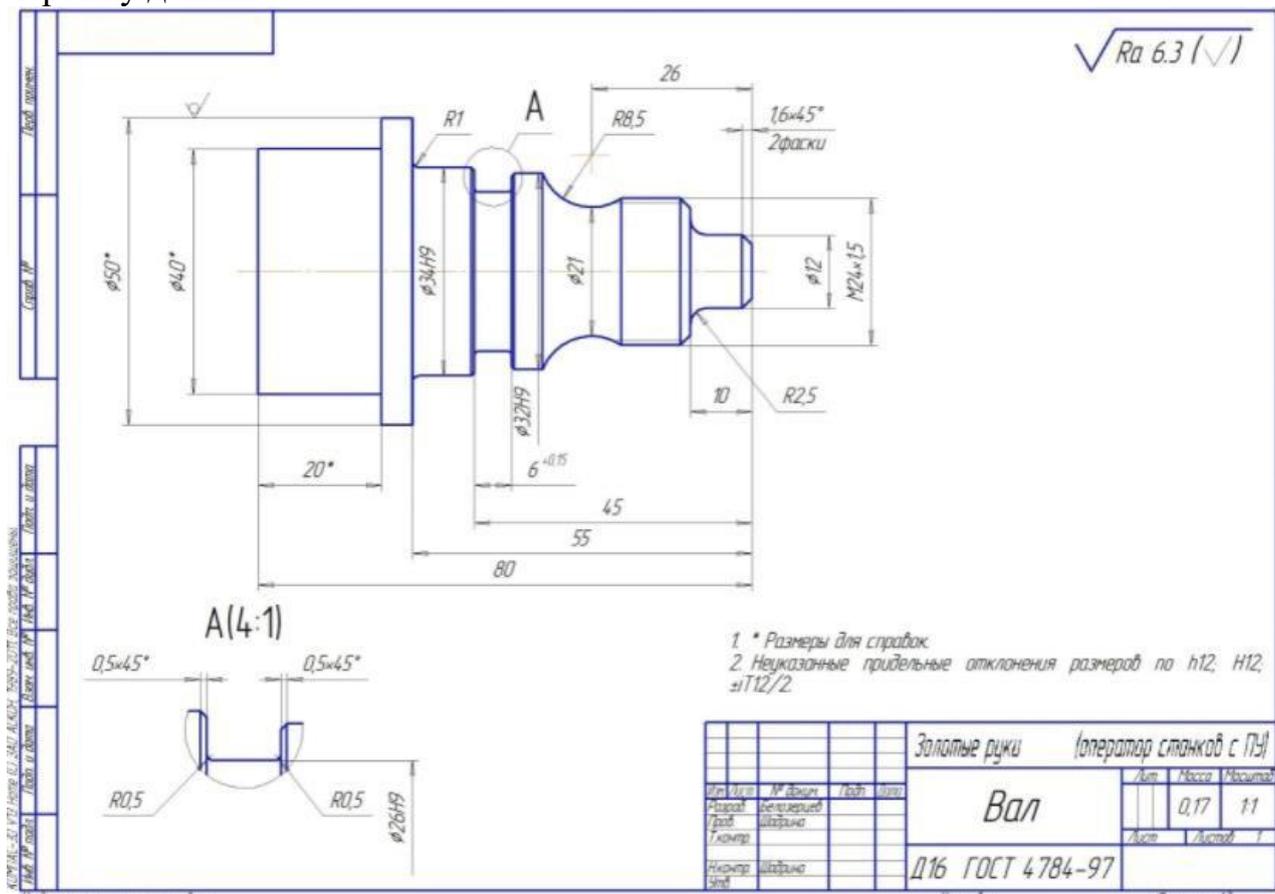
Тема: Составление алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании

Цель работы: изучить правила составления алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании; формирование умений по проектированию технологического процесса

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Составление технологического процесса обработки по чертежу детали «Вал».



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 37.

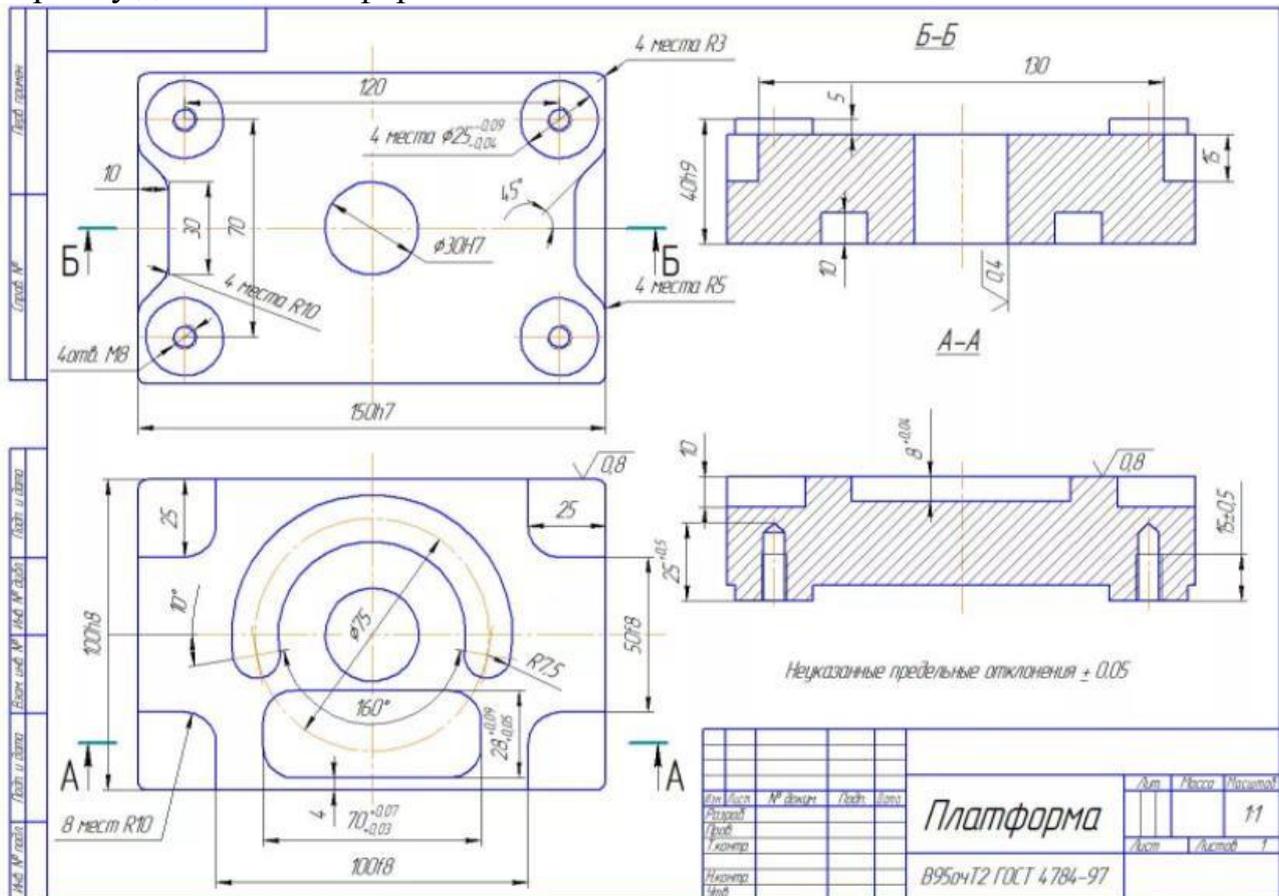
Тема: Составление алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании

Цель работы: изучить правила составления алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании; формирование умений по проектированию технологического процесса

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Составление технологического процесса обработки по чертежу детали «Платформа».



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 38.

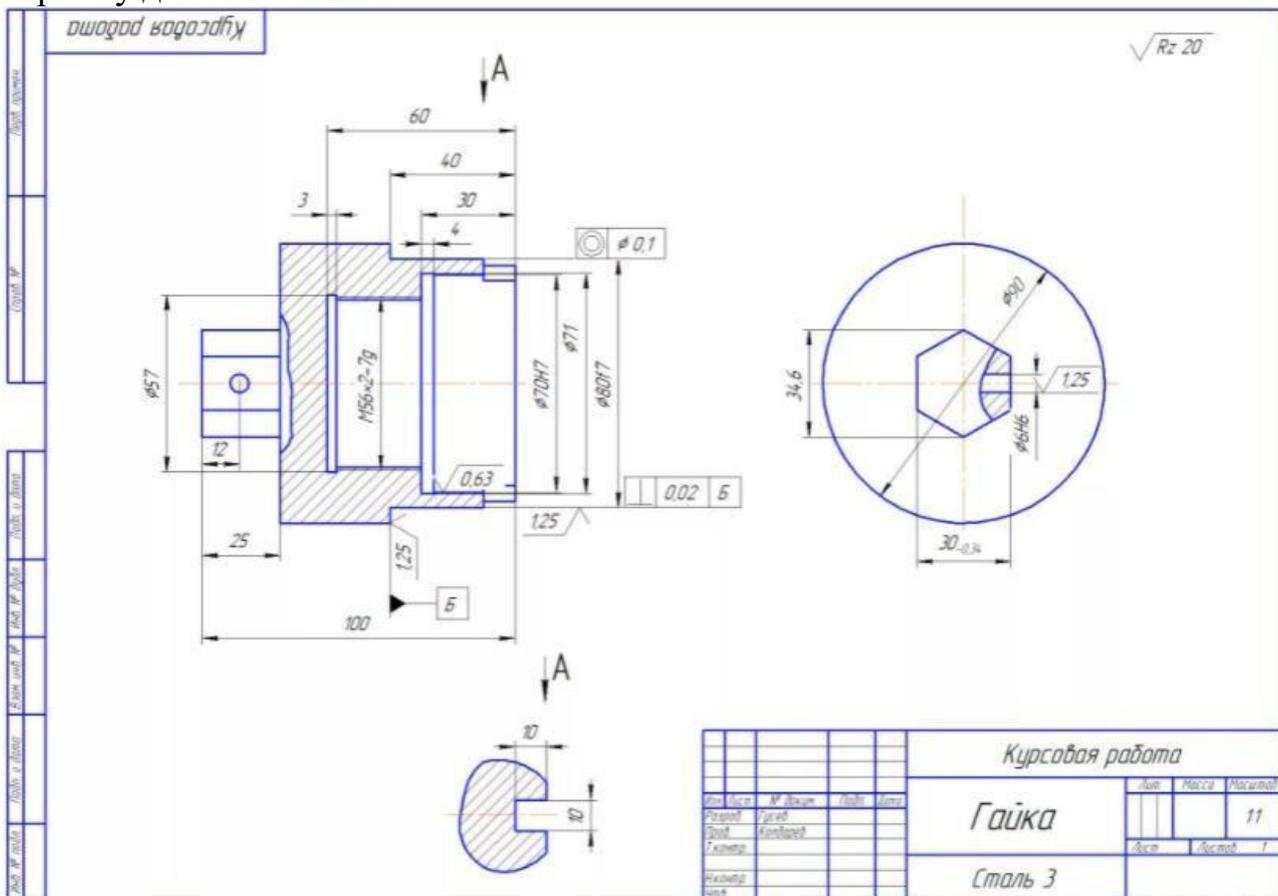
Тема: Составление алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании

Цель работы: изучить правила составления алгоритма выполнения технологического процесса на автоматизированном оборудовании; формирование умений по проектированию технологического процесса

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Составление технологического процесса обработки по чертежу детали «Гайка».



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 39.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

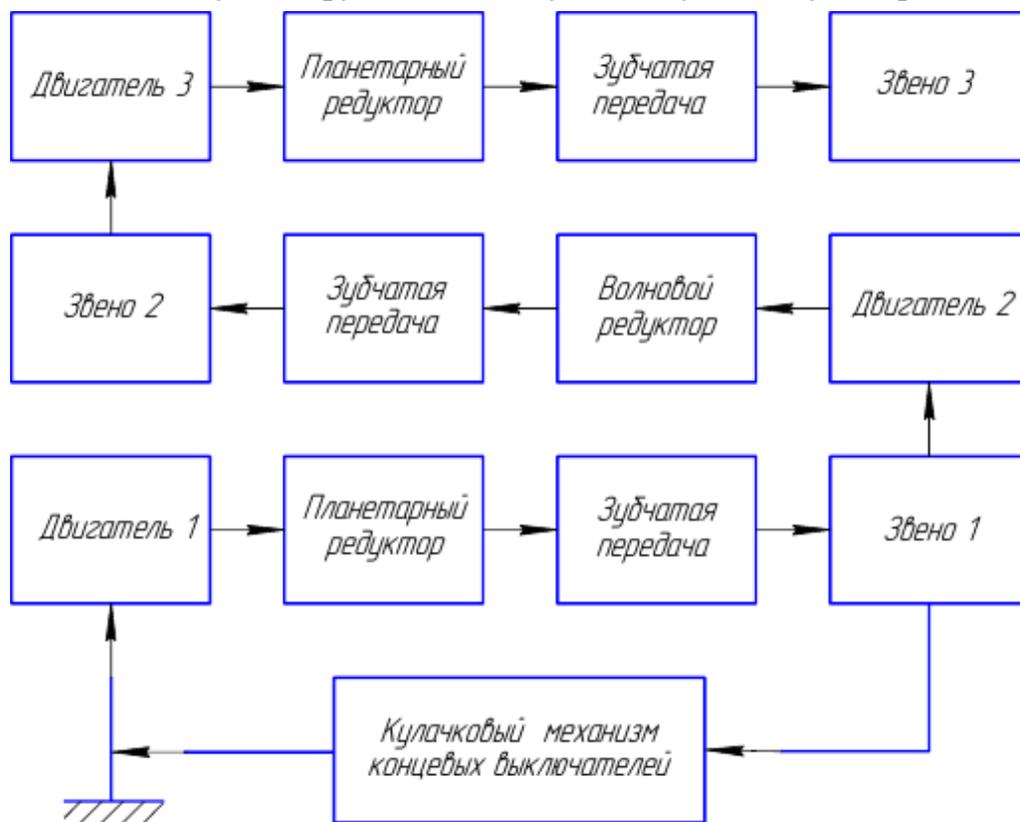
Справочный материал:

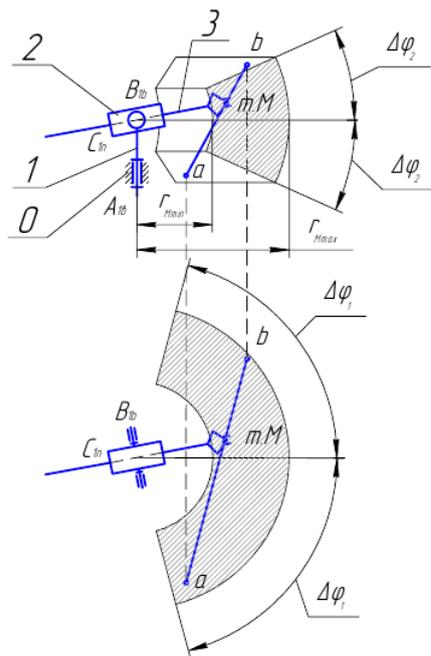
Манипулятор - совокупность пространственного рычажного механизма и системы приводов, осуществляющая под управлением программируемого автоматического устройства или человека-оператора действия (манипуляции), аналогичные действиям руки человека.

Манипулятор промышленного робота по своему функциональному назначению должен обеспечивать движение выходного звена и, закрепленного в нем, объекта манипулирования в пространстве по заданной траектории и с заданной ориентацией. Для полного выполнения этого требования основной рычажный механизм манипулятора должен иметь не менее шести подвижностей, причем движение по каждой из них должно быть управляемым.

Содержание работы:

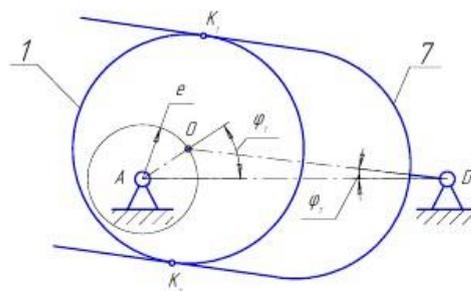
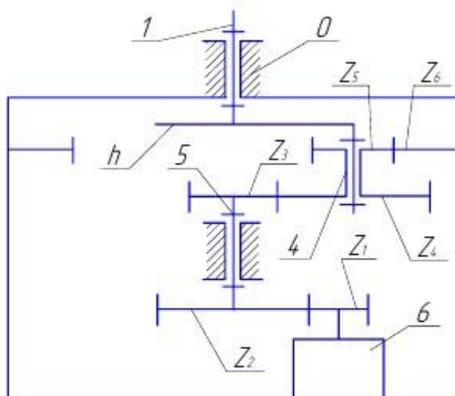
Задание 1. Изучить функциональную схему манипулятора





Структурная схема механизма привода поворота звена 1

Структурная схема кулачкового механизма



Манипулятор состоит из руки, звенья 0-1-2-3 которой образуют пространственный механизм со сферической системой координат и схвата. Рука предназначена для изменения линейных координат схвата, хват - для захвата и удержания деталей. Все подвижные звенья манипулятора снабжены электроприводами, тормозными устройствами и датчиками обратной связи по положению. Механизм привода поворота руки робота состоит из электродвигателя постоянного тока 6, цилиндрической зубчатой передачи Z1-Z2 и планетарного редуктора Z3-Z6. Управление концевыми выключателями, ограничивающими угол поворота руки манипулятора, осуществляется толкателем 8 кулачкового механизма, кулачок 7 которого установлен на валу звена 1. Каждый двигатель снабжен тормозом. Тормоза обеспечивают фиксацию манипулятора в заданном положении.

Задание 2. По заданным линейным и угловым размерам с учетом конструктивных ограничений в парах определить размеры звеньев манипулятора и построить зону обслуживания. Задать в пределах зоны обслуживания траекторию перемещения схвата.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 40.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

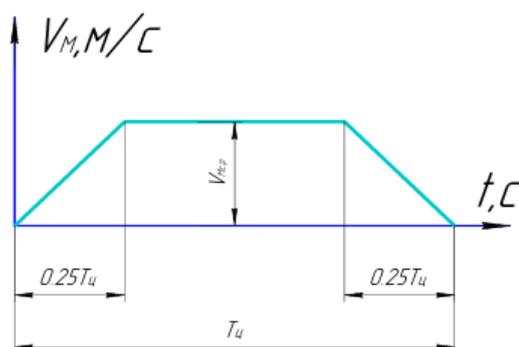
Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. По заданному закону изменения скорости движения т.М схвата V_M определить ее перемещение и ускорение в функции времени, считая что разгон и торможение происходит с постоянным ускорением на участках траектории $0.25H_M$, где H_M – перемещение точки М схвата манипулятора. Решить обратную задачу о перемещениях и построить диаграммы относительных перемещений в функции времени. Продифференцировать полученные диаграммы по времени и построить диаграммы скоростей и ускорений в приводах манипулятора.

Диаграмма скорости точки М схвата манипулятора



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 41.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

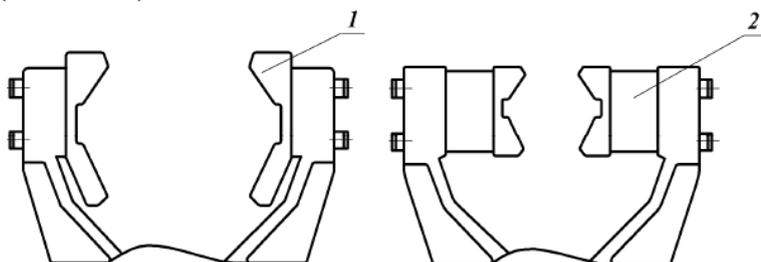
Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

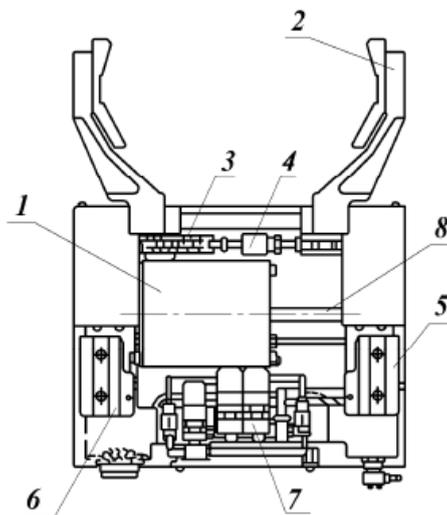
Содержание работы:

Задание 1. Осуществить поднастройку манипулятора

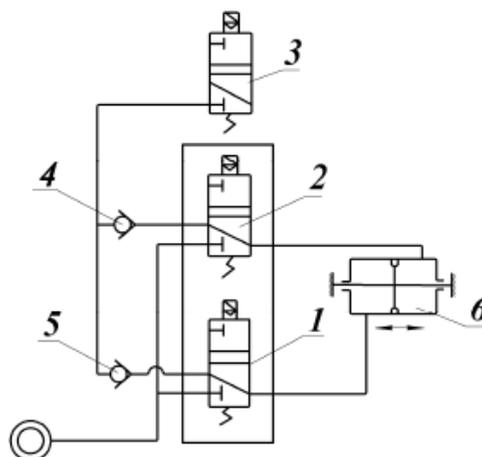
1. Перенастройка ЗУ осуществляется заменой накладок 1 и установкой (снятием) дистанционного элемента 2.



2. При подаче сжатого воздуха в одну из полостей пневмоцилиндра 1, показанного на рисунке 20, цилиндр и соединенная с ним челюсть совершают движение относительно поршня. Поршень соединен со штоком 8, неподвижно прикрепленным к корпусу ЗУ. Через цепь 3, так же соединенную с цилиндром, движение в противоположном направлении синхронно передается второй челюсти. Полному открытию или закрытию челюстей соответствует срабатывание двух микропереключателей 5 и 6, соответственно.



3. Управление пневмоцилиндром осуществляется системой управления роботом. Управляющее воздействие подается на катушку электромагнита соответствующего золотника пневмоблока привода челюстей схвата, изображенного на рисунке



4. Происходит подключение соответствующей полости пневмоцилиндра к нагнетающей магистрали. Другая полость цилиндра через обратный клапан и электромагнитный вентиль 3 подсоединяется к атмосфере. При подаче сжатого воздуха через нагнетающую магистраль он попадает в одну из полостей пневмоцилиндра. Из другой полости происходит его стравливание. Дойдя до микропереключателя, корпус цилиндра нажимает на него. При срабатывании микропереключателя полного закрытия/раскрытия челюстей (при сжатии/разжатии) прекращается управляющее воздействие на соответствующие катушки электромагнитных золотников (вентилей), которые под действием пружин возвращаются в исходное положение. При этом сохраняются достигнутые положения губок схвата (зажато/разжато). В результате объект либо удерживается под действием давления, созданного в пневмоцилиндре, либо высвобождается. Работа при раскрытии челюстей происходит аналогично.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 42.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

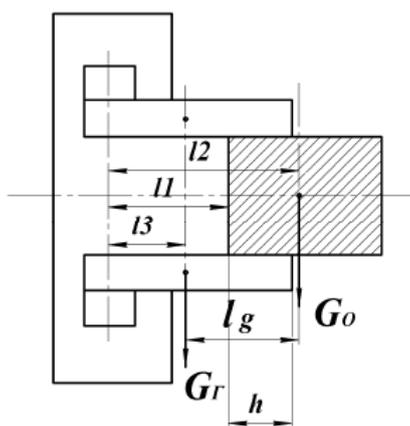
Содержание работы:

Задание 1. Осуществить поднастройку манипулятора

Время полного закрытия (открытия схватов) не превышает двух секунд при номинальном давлении 6 кг/см² воздуха. Сила зажима детали при номинальном давлении не менее 35 кг. Вес детали и другие параметры схемы ее зажима приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

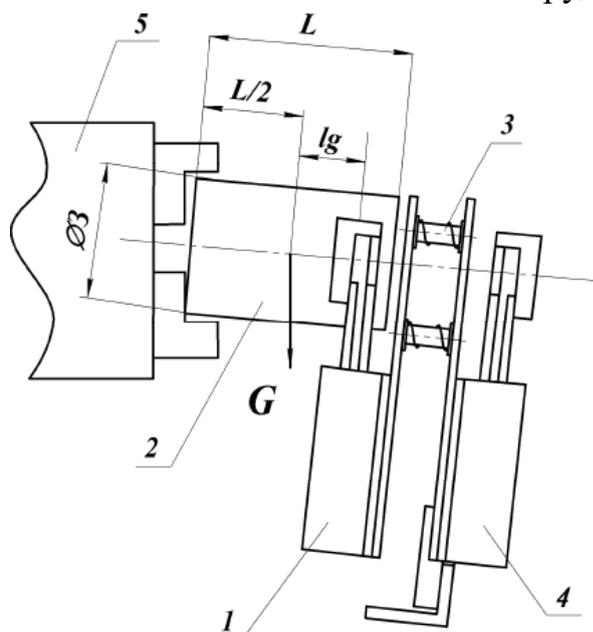
Таблица 1. Параметры схемы захватывания объекта

Диаметр удержания D , мм	Линейный размер удержания h , мм	Масса объекта m , кг	Максимальный вращающий момент: $T = m \cdot l_g$, кг·см
1	2	3	4
20	40	10	77
	30		59
	20		42
	10		24
65	40	10	92
	30		74
	20		57
	10		39
110	40	10	108
	30		91
	20		73
	10		56
150	40	10	122
	30		105
	20		87
	10		70



l_1 – расстояние от линии приложения сил до ближнего края объекта; l_2 – расстояние от линии приложения сил до центра тяжести объекта; l_3 – расстояние от линии приложения сил до линии центров тяжести губок; l_g – расстояние от центра тяжести объекта до центра губок схвата; h – расстояние от внутреннего края объекта до внешнего края губок; G – сила тяжести.

Недетерминированность внешней среды определяет возникновение погрешностей при установке объектов манипулирования в приспособления обслуживаемого технологического оборудования, показанные на рисунке.



1 – схват; 2 – объект; 3 – компенсатор; 4 – схват; 5 – патрон; L – длина объекта; G – сила тяжести объекта; $\varnothing 3$ – диаметр объекта.

Для устранения эксцентricности, угловых отклонений и обеспечения центрирования объектов манипулирования в приспособлении технологического оборудования используют, так называемый, компенсирующий механизм, на котором крепится один из схватов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 43.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Справочный материал:

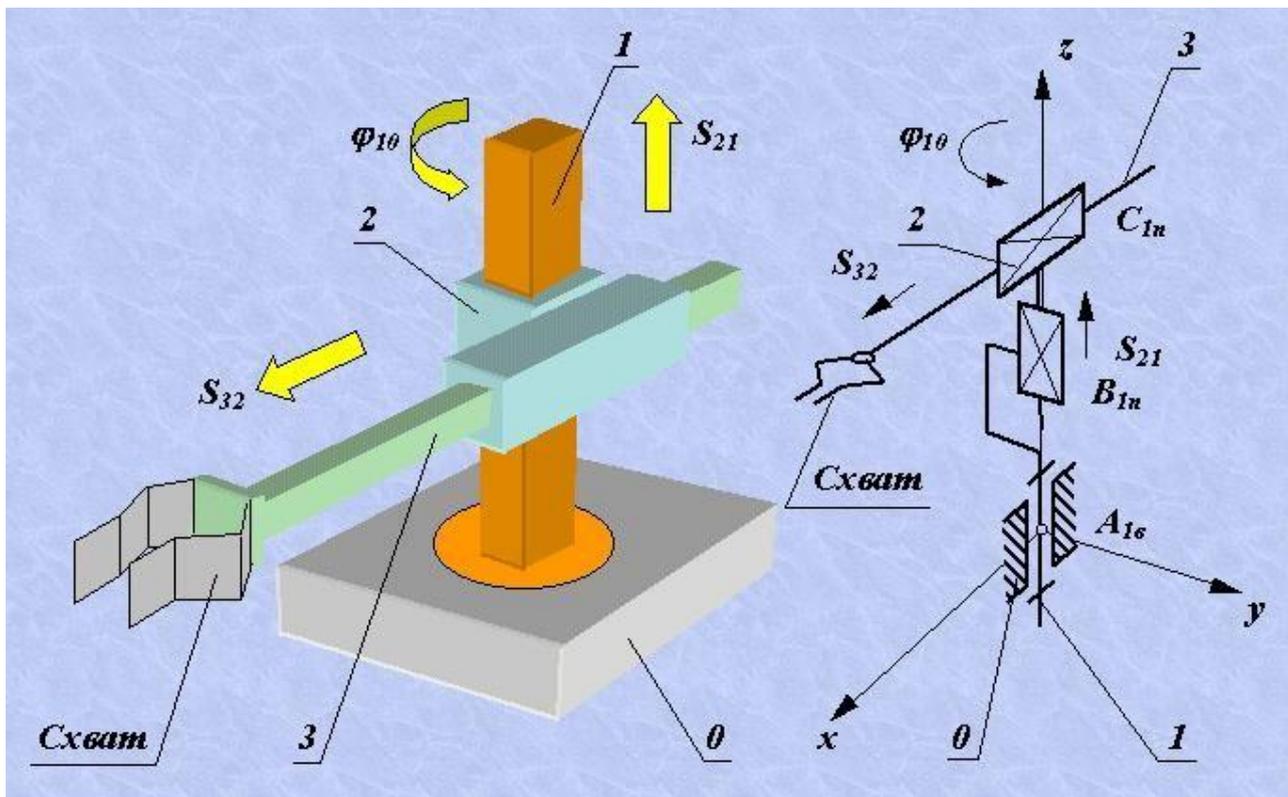
Промышленный робот – автоматическая машина, состоящая из манипулятора и устройства программного управления его движением, предназначенная для замены человека при выполнении основных и вспомогательных операций в производственных процессах.

Содержание работы:

Задание 1. Изучить устройство промышленного робота

Манипулятор промышленного робота по своему функциональному назначению должен обеспечивать движение выходного звена и, закрепленного в нем, объекта манипулирования в пространстве по заданной траектории и с заданной ориентацией. Для полного выполнения этого требования основной рычажный механизм манипулятора должен иметь не менее шести подвижностей, причем движение по каждой из них должно быть управляемым. Промышленный робот с шестью подвижностями является сложной автоматической системой. Эта система сложна как в изготовлении, так и в эксплуатации. Поэтому в реальных конструкциях промышленных роботов часто используются механизмы с числом подвижностей менее шести. Наиболее простые манипуляторы имеют три, реже две, подвижности. Такие манипуляторы значительно дешевле в изготовлении и эксплуатации, но предъявляют специфические требования к организации рабочей среды. Эти требования связаны с заданной ориентацией объектов манипулирования относительно механизма робота. Поэтому оборудование должно располагаться относительно такого робота с требуемой ориентацией.

Рассмотрим для примера структурную и функциональную схемы промышленного робота с трехподвижным манипулятором. Основной механизм руки манипулятора состоит из неподвижного звена 0 и трех подвижных звеньев 1, 2 и 3.



Механизм этого манипулятора соответствует цилиндрической системе координат. В этой системе звено 1 может вращаться относительно звена 0 (относительное угловое перемещение j_{10}), звено 2 перемещается по вертикали относительно звена 1 (относительное линейное перемещение S_{21}) и звено 3 перемещается в горизонтальной плоскости относительно звена 2 (относительное линейное перемещение S_{32}). На конце звена 3 укреплено захватное устройство или схват, предназначенный для захвата и удержания объекта манипулирования при работе манипулятора. Звенья основного рычажного механизма манипулятора образуют между собой три одноподвижные кинематические пары (одну вращательную A и две поступательные B и C) и могут обеспечить перемещение объекта в пространстве без управления его ориентацией. Для выполнения каждого из трех относительных движений манипулятор должен быть оснащен приводами, которые состоят из двигателей с редуктором и системы датчиков обратной связи. Так как движение объекта осуществляется по заданному закону движения, то в системе должны быть устройства сохраняющие и задающие программу движения, которые назовем программносителями. При управлении от ЭВМ такими устройствами могут быть дискеты, диски CD, магнитные ленты и др. Преобразование заданной программы движения в сигналы управления двигателями осуществляется системой управления. Эта система включает ЭВМ, с соответствующим программным обеспечением, цифроаналоговые преобразователи и усилители. Система управления, в соответствии с заданной программой, формирует и выдает на исполнительные устройства приводов (двигатели) управляющие воздействия u_i . При необходимости она корректирует эти воздействия по сигналам Dx_i , которые поступают в нее с датчиков обратной связи. Функциональная схема промышленного робота

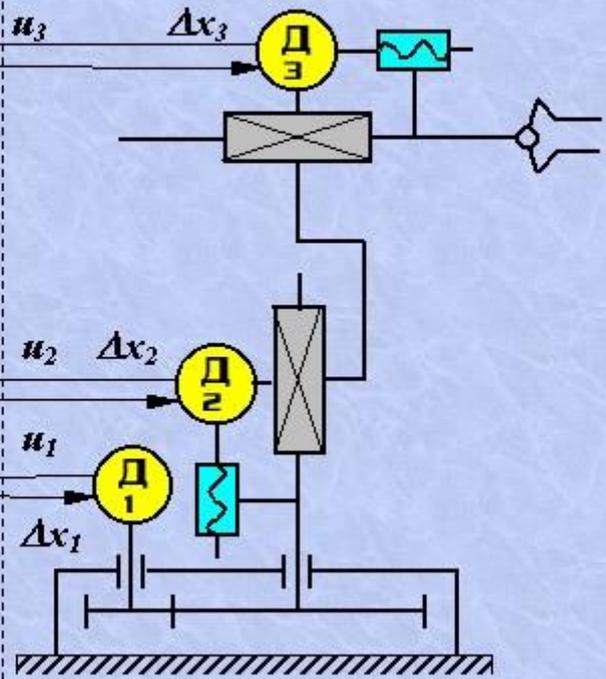
Устройство управления

Манипулятор

ПРОГРАММА
УПРАВЛЕНИЯ
МАНИПУЛЯТОРОМ

$U_{пр}$

СИСТЕМА
УПРАВЛЕНИЯ
ПРИВОДАМИ



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 44.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Произвести настройку промышленного робота для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 45.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Произвести поднастройку промышленного робота для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 46.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Произвести поднастройку промышленного робота для установки детали типа вал в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 47.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Осуществить настройку манипулятора

1. Подвижность манипулятора W - число независимых обобщенных координат однозначно определяющее положение схвата в пространстве.

$$W = 6 \cdot n - \sum_{i=1}^5 (6 - i) \cdot p_i$$

или для незамкнутых кинематических цепей:

$$W = \sum_{i=1}^5 i \cdot p_i$$

2. Маневренность манипулятора M - подвижность манипулятора при зафиксированном (неподвижном) схвате.

$$M = W - 6$$

3. Возможность изменения ориентации схвата при размещении его центра в заданной точке зоны обслуживания характеризуется углом сервиса - телесным углом ψ , который может описать последнее звено манипулятора (звено на котором закреплен схват) при фиксации центра схвата в заданной точке зоны обслуживания.

$$\psi = f_C / l_{CM}^2$$

где: f_C - площадь сферической поверхности, описываемая точкой С звена 3, l_{CM} - длина звена 3.

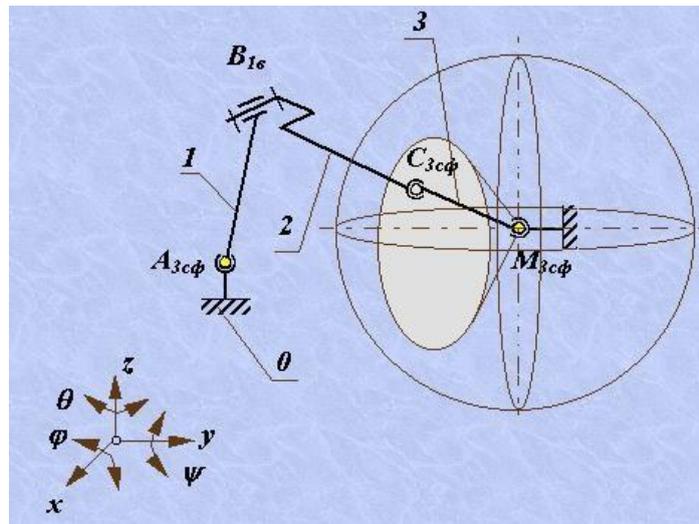
4. Относительная величина $k_y = y / (4p)$, называется коэффициентом сервиса.

Для манипулятора подвижность манипулятора:

$$W = 6 * 3 - (3 * 2 - 5 * 1) = 18 - 11 = 7;$$

маневренность: $M = 7 - 6 = 1$;

формула строения: $W = [q_{10} + j_{10} + y_{10}] + j_{21} + [q_{32} + j_{32} + y_{32}]$.



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 48.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Осуществить настройку манипулятора

Структура кинематической цепи манипулятора должна обеспечивать требуемое перемещение объекта в пространстве с заданной ориентацией. Для этого необходимо, чтобы схват манипулятора имел возможность выполнять движения минимум по шести координатам: трем линейным и трем угловым. Рассмотрим на объекте манипулирования точку M , которая совпадает с центром схвата. Положение объекта в неподвижной (базовой) системе координат $Ox_0y_0z_0$ определяется радиусом-вектором точки M и ориентацией единичного вектора \bar{A} с началом в этой точке. В математике положение точки в пространстве задается в одной из трех систем координат:

- прямоугольной декартовой с координатами x_M, y_M, z_M ;
- цилиндрической с координатами r_{sM}, j_M, z_M ;
- сферической с координатами r_M, j_M, q_M .

Ориентация объекта в пространстве задается углами α, β и γ , которые вектор ориентации \bar{A} образует с осями базовой системы координат.

При структурном синтезе механизма манипулятора необходимо учитывать следующее:

- кинематические пары манипуляторов снабжаются приводами, включающими двигатели и тормозные устройства, поэтому в схемах манипуляторов обычно используются одноподвижные кинематические пары: вращательные или поступательные;
- необходимо обеспечить не только заданную подвижность схвата манипулятора, но и такую ориентацию осей кинематических пар, которая обеспечивала необходимую форму зоны обслуживания, а также простоту и удобство программирования его движений;
- при выборе ориентации кинематических пар необходимо учитывать расположение приводов (на основании или на подвижных звеньях), а также способ уравновешивания сил веса звеньев.

При выполнении первого условия кинематические пары с несколькими подвижностями заменяют эквивалентными кинематическими соединениями. Перемещение схвата в пространстве можно обеспечить, если ориентировать оси первых трех кинематических пар по осям одной из осей координат. При этом выбор системы координат определяет тип руки манипулятора и вид его зоны обслуживания. По ГОСТ 25685-83 определены виды систем координат

для руки манипулятора, которые приведены в таблице 1. Здесь даны примеры структурных схем механизмов соответствующие системам координат. Структурные схемы механизмов кисти, применяемые в манипуляторах, даны в таблице 2. Присоединяя к выходному звену руки тот или иной механизм кисти, можно получить большинство известных структурных схем манипуляторов, которые применяются в реальных промышленных роботах.

Таблица 1

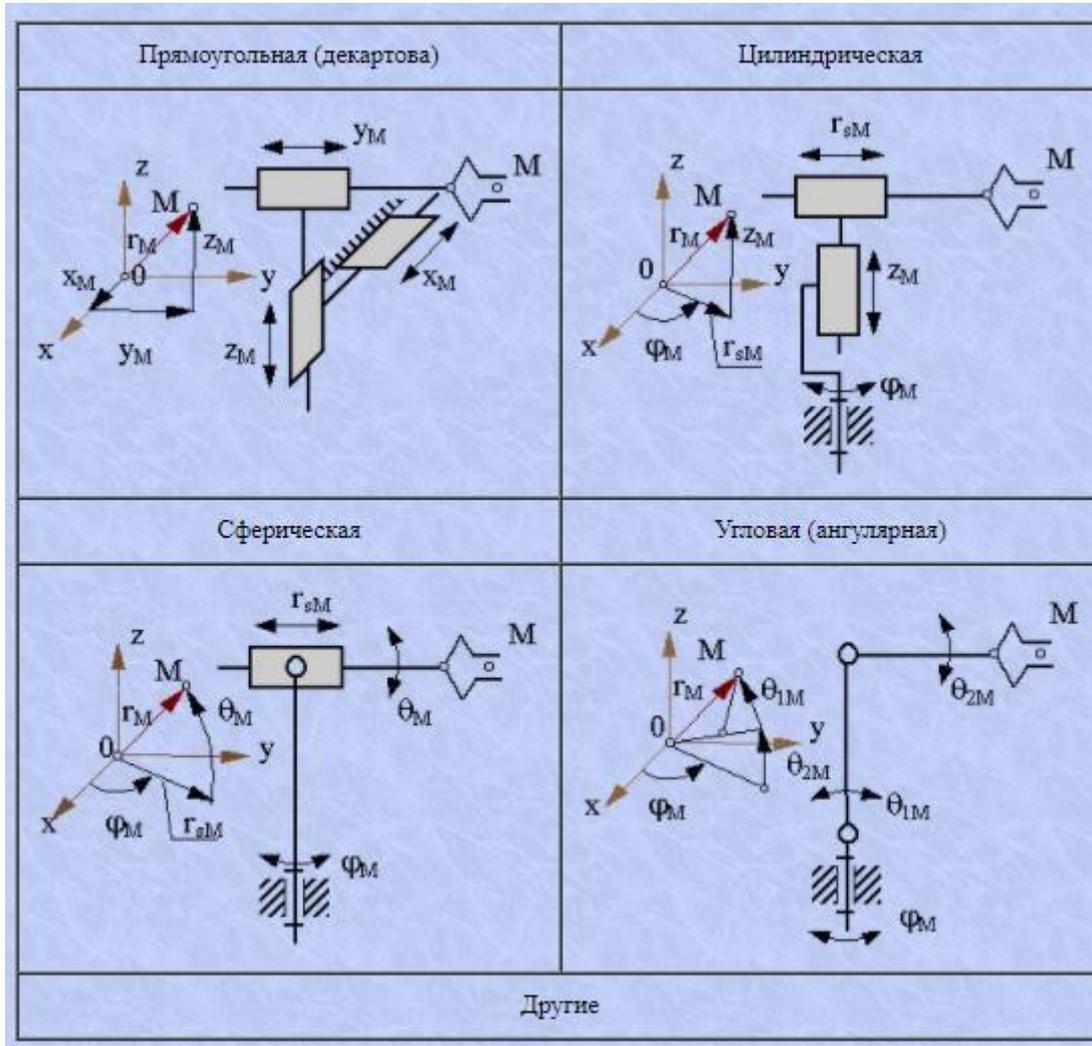
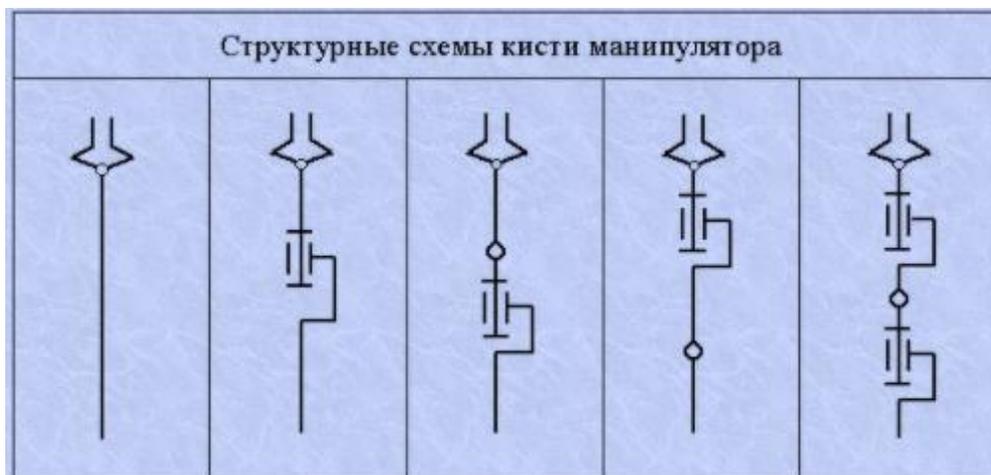


Таблица 2



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 49.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Осуществить поднастройку манипулятора для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 50.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки манипулятора для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Осуществить поднастройку манипулятора для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 51.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. При заданных массах и моментах инерции звеньев и определенных законах движения звеньев манипулятора определить законы изменения управляющих силовых воздействий на приводах и реакции в кинематических парах манипулятора. Построить диаграммы управляющих силовых воздействий и реакций в функции времени.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 52.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Рассчитать требуемую мощность привода поворота манипулятора и подобрать по каталогу электродвигатель, определить общее передаточное отношение редуктора привода, передаточные отношения для зубчатой передачи и планетарного редуктора, провести геометрический расчет зубчатой передачи на ЭВМ и выбрать оптимальный вариант. Методом обращенного движения провести профилирование зуба для шестерни, вычертить схему зацепления для зубчатой передачи. Провести синтез планетарного механизма подобрав числа зубьев его колес.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 53.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Провести проектирование кулачкового механизма системы управления концевыми выключателями, считая профиль кулачка заданным: окружность радиуса R_k . По заданному максимальному угловому перемещению толкателя ϕ_{8max} определить размеры звеньев кулачкового механизма с учетом допустимых углов давления, провести кинематическое исследование механизма, построить диаграммы $\phi_8=f(\phi_7)$, $\omega_{q8}=f(\phi_7)$, $\varepsilon_{q8}=f(\phi_7)$ и диаграмму $v=f(\phi_{11})$.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 54.

Тема: Разработка последовательности настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

Цель работы: изучить процесс настройки и поднастройки промышленного робота для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса; применять полученные знания на практике

Оборудование: автоматизированное оборудование, ПК, программное обеспечение, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Осуществить поднастройку промышленного робота для установки детали типа втулка в базовое отверстие корпуса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 56.

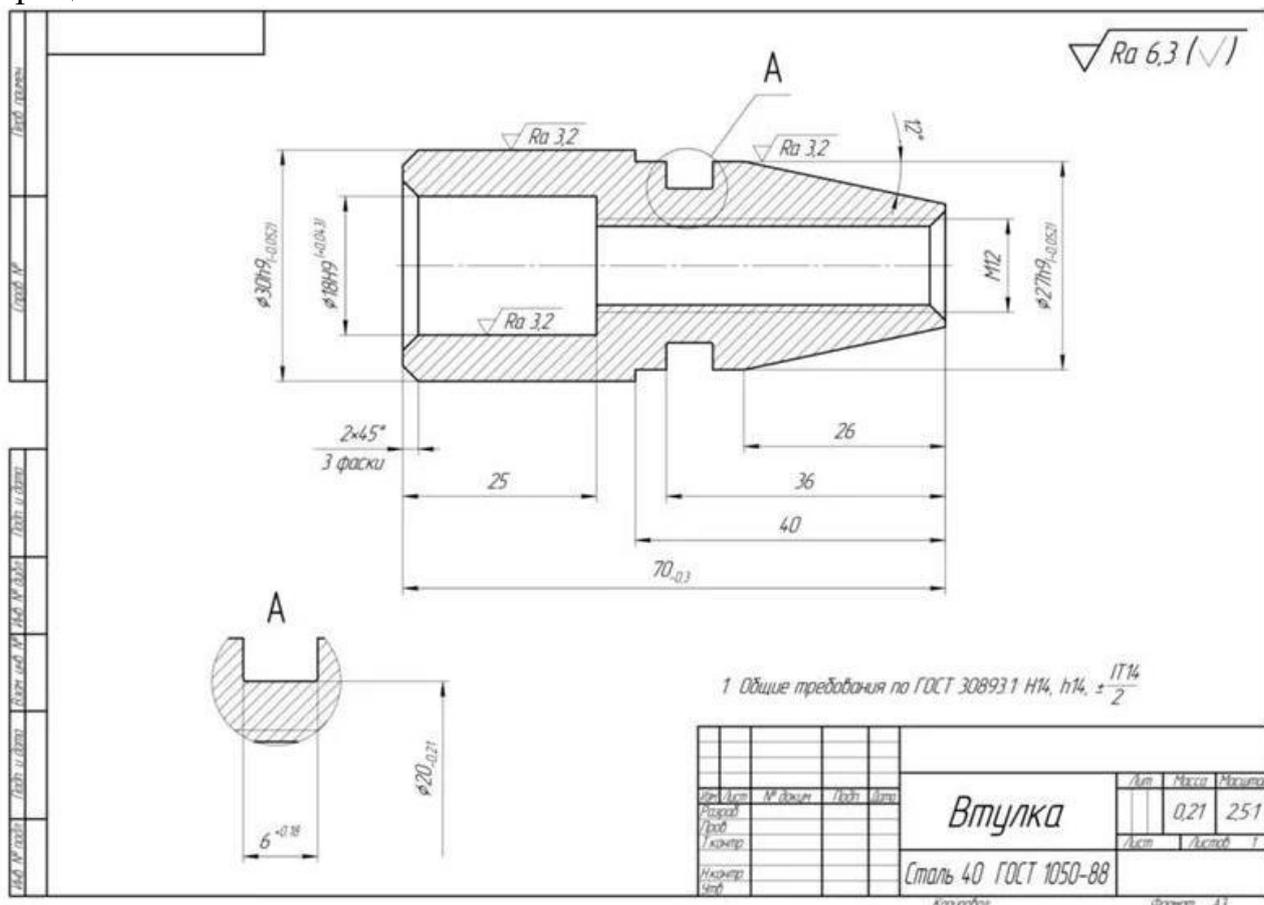
Тема: Работа с программами с учетом специфики технологического процесса

Цель работы: применение практических умений при работе с программным обеспечением систем автоматического управления.

Оборудование: ПК, программное обеспечение AutoCAD, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Создать в программе AutoCAD чертеж детали «Втулка», используя разработанный в Практической работе № 33 технологический процесс.



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 57.

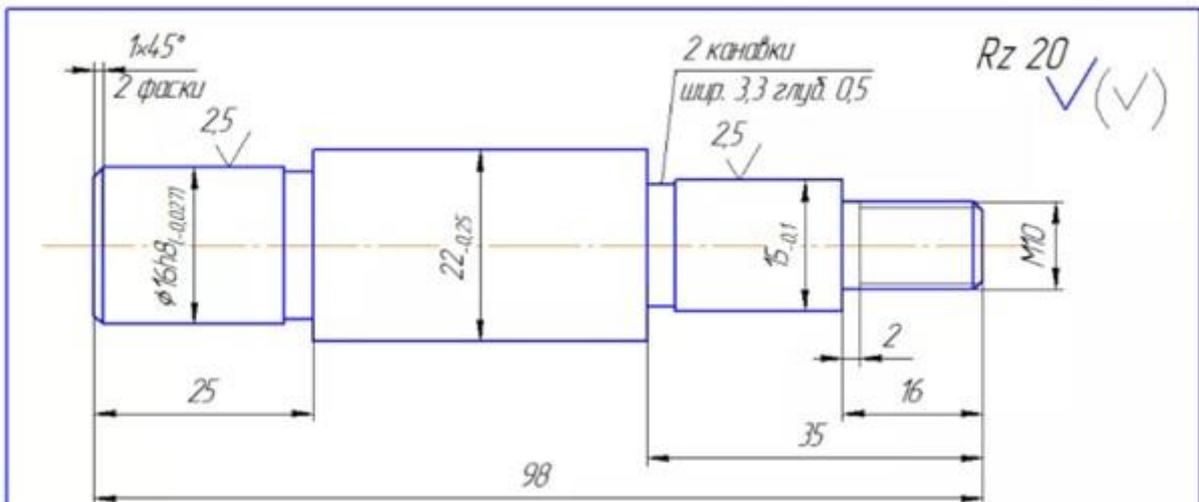
Тема: Работа с программами с учетом специфики технологического процесса

Цель работы: применение практических умений при работе с программным обеспечением систем автоматического управления.

Оборудование: ПК, программное обеспечение Autodesk Inventor, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Создать в программе Autodesk Inventor чертеж детали «Вал», используя разработанный в Практической работе № 34 технологический процесс.



1. Острые кромки притупить $R 0,2$
2. Неуказанные предельные отклонения размеров для валов $h12$; для остальных $\frac{\pm IT 12}{2}$

№ п/п
 Дата
 Подпись

Имя	Колуч	Лист	№№	Подп.	Дата
Разраб	Лобков				07%
Провер	Казымин				07%
Т. контр	Дудник				07%
Н. контр	Костюк				07%
Чтб	Пожарова				07%

Вал

Лист	Листов	1
------	--------	---

Сталь 45 ГОСТ 1050-74

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 59.

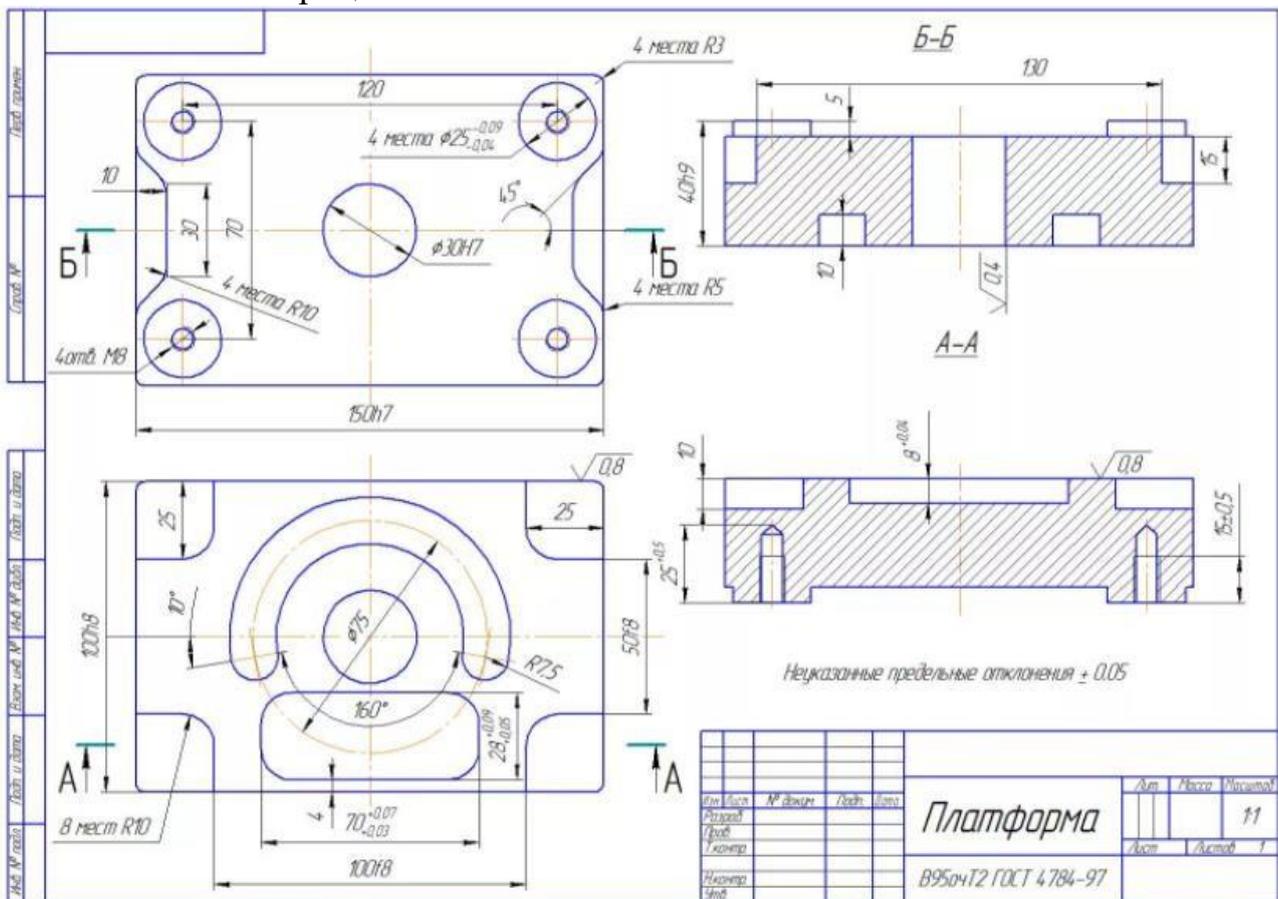
Тема: Работа с программами с учетом специфики технологического процесса

Цель работы: применение практических умений при работе с программным обеспечением систем автоматического управления.

Оборудование: ПК, программное обеспечение CAD/CAM система ADEM, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Создать в программе CAD/CAM система ADEM чертеж детали «Платформа», используя разработанный в Практической работе № 37 технологический процесс.



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 60.

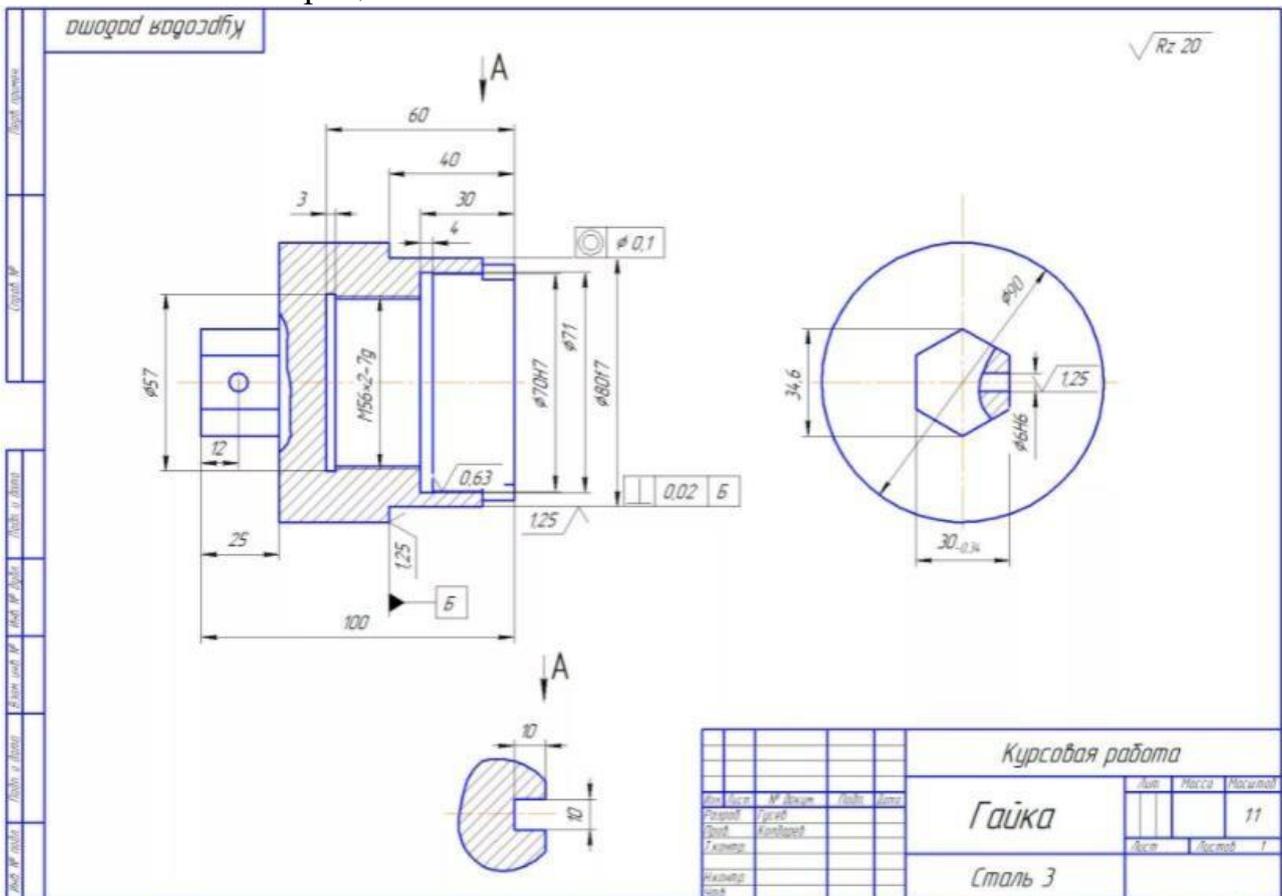
Тема: Работа с программами с учетом специфики технологического процесса

Цель работы: применение практических умений при работе с программным обеспечением систем автоматического управления.

Оборудование: ПК, программное обеспечение CAD/CAM система ADEM, инструкции по выполнению работы.

Содержание работы:

Задание 1. Создать в программе CAD/CAM система ADEM чертеж детали «Гайка», используя разработанный в Практической работе № 38 технологический процесс.



Цель работы: приобретение практических навыков по разработке технологической проектной документации на программные средства различного назначения согласно требованиям стандартов ЕСПД

Оборудование: ПК, программное обеспечение Autodesk AutoCAD, Word, инструкции по выполнению работы.

Справочный материал:

Техническая документация на программный продукт (программу) разрабатывается в соответствии с требованиями ГОСТ ЕСПД и её можно разделить на следующие категории:

Программная документация – документация, содержащая сведения, необходимые для разработки, изготовления, эксплуатации и сопровождения программы (программного изделия).

Эксплуатационная документация – документация, необходимая для обеспечения функционирования и эксплуатации программного изделия.

Содержание работы:

Задание 1. Изучить техническую документацию на программу Autodesk AutoCAD.

Задание 2. Разработать следующую техническую документацию на программу Autodesk AutoCAD с соблюдением требований ЕСПД по их структуре и содержанию:

- описание программы;
- описание применения;
- пояснительная записка;
- программа и методика испытаний;
- спецификация.

Цель работы: приобретение практических навыков по разработке технологической проектной документации на программные средства различного назначения согласно требованиям стандартов ЕСПД

Оборудование: ПК, программное обеспечение Autodesk AutoCAD, Word, инструкции по выполнению работы.

Справочный материал:

Эксплуатационная документация – документация, необходимая для обеспечения функционирования и эксплуатации программного изделия.

Виды эксплуатационной документации и требования к ней

Ведомость эксплуатационных документов	Перечень эксплуатационных документов на программный продукт
Формуляр	Основные характеристики программы, комплектность и сведения об эксплуатации программы
Описание применения	Сведения о назначении программы, области применения, применяемых методах, классе решаемых задач, ограничениях для применения, минимальной конфигурации технических средств
Руководство системного программиста	Сведения для проверки, обеспечения функционирования и настройки программы на условия конкретного применения
Руководство программиста	Сведения для эксплуатации программы
Руководство оператора	Сведения для обеспечения процедуры общения оператора с вычислительной системой в процессе выполнения программы
Описание языка	Описание синтаксиса и семантики язык
Руководство по техническому обслуживанию	Сведения для применения тестовых и диагностических программ при обслуживании технических средств

Содержание работы:

Задание 1. Разработать следующую эксплуатационную документацию на программу Autodesk AutoCAD с соблюдением требований ЕСПД по их структуре и содержанию:

- руководство программиста;
- руководство системного программиста;

Цель работы: приобретение практических навыков по разработке технологической проектной документации на программные средства различного назначения согласно требованиям стандартов ЕСПД

Оборудование: ПК, программное обеспечение Autodesk AutoCAD, Word, инструкции по выполнению работы.

Справочный материал:

Эксплуатационная документация – документация, необходимая для обеспечения функционирования и эксплуатации программного изделия.

Виды эксплуатационной документации и требования к ней

Ведомость эксплуатационных документов	Перечень эксплуатационных документов на программный продукт
Формуляр	Основные характеристики программы, комплектность и сведения об эксплуатации программы
Описание применения	Сведения о назначении программы, области применения, применяемых методах, классе решаемых задач, ограничениях для применения, минимальной конфигурации технических средств
Руководство системного программиста	Сведения для проверки, обеспечения функционирования и настройки программы на условия конкретного применения
Руководство программиста	Сведения для эксплуатации программы
Руководство оператора	Сведения для обеспечения процедуры общения оператора с вычислительной системой в процессе выполнения программы
Описание языка	Описание синтаксиса и семантики язык
Руководство по техническому обслуживанию	Сведения для применения тестовых и диагностических программ при обслуживании технических средств

Содержание работы:

Задание 1. Разработать следующую эксплуатационную документацию на программу Autodesk AutoCAD с соблюдением требований ЕСПД по их структуре и содержанию:

- руководство оператора;
- руководство пользователя;
- руководство по техническому обслуживанию

Цель работы: приобретение практических навыков по разработке технологической проектной документации на программные средства различного назначения согласно требованиям стандартов ЕСПД

Оборудование: ПК, программное обеспечение CAD/CAM система ADEM, Word, инструкции по выполнению работы.

Справочный материал:

Техническая документация на программный продукт (программу) разрабатывается в соответствии с требованиями ГОСТ ЕСПД и её можно разделить на следующие категории:

Программная документация – документация, содержащая сведения, необходимые для разработки, изготовления, эксплуатации и сопровождения программы (программного изделия).

Эксплуатационная документация – документация, необходимая для обеспечения функционирования и эксплуатации программного изделия.

Содержание работы:

Задание 1. Изучить техническую документацию на программу CAD/CAM система ADEM.

Задание 2. Разработать следующую технологическую документацию на программу CAD/CAM система ADEM с соблюдением требований ЕСПД по их структуре и содержанию:

- описание программы;
- описание применения;
- пояснительная записка;
- программа и методика испытаний;
- спецификация.

Цель работы: приобретение практических навыков по разработке технологической проектной документации на программные средства различного назначения согласно требованиям стандартов ЕСПД

Оборудование: ПК, программное обеспечение CAD/CAM система ADEM, Word, инструкции по выполнению работы.

Справочный материал:

Эксплуатационная документация – документация, необходимая для обеспечения функционирования и эксплуатации программного изделия.

Виды эксплуатационной документации и требования к ней

Ведомость эксплуатационных документов	Перечень эксплуатационных документов на программный продукт
Формуляр	Основные характеристики программы, комплектность и сведения об эксплуатации программы
Описание применения	Сведения о назначении программы, области применения, применяемых методах, классе решаемых задач, ограничениях для применения, минимальной конфигурации технических средств
Руководство системного программиста	Сведения для проверки, обеспечения функционирования и настройки программы на условия конкретного применения
Руководство программиста	Сведения для эксплуатации программы
Руководство оператора	Сведения для обеспечения процедуры общения оператора с вычислительной системой в процессе выполнения программы
Описание языка	Описание синтаксиса и семантики язык
Руководство по техническому обслуживанию	Сведения для применения тестовых и диагностических программ при обслуживании технических средств

Содержание работы:

Задание 1. Разработать следующую эксплуатационную документацию на программу CAD/CAM система ADEM с соблюдением требований ЕСПД по их структуре и содержанию:

- руководство программиста;
- руководство системного программиста;

Цель работы: приобретение практических навыков по разработке технологической проектной документации на программные средства различного назначения согласно требованиям стандартов ЕСПД

Оборудование: ПК, программное обеспечение CAD/CAM система ADEM, Word, инструкции по выполнению работы.

Справочный материал:

Эксплуатационная документация – документация, необходимая для обеспечения функционирования и эксплуатации программного изделия.

Виды эксплуатационной документации и требования к ней

Ведомость эксплуатационных документов	Перечень эксплуатационных документов на программный продукт
Формуляр	Основные характеристики программы, комплектность и сведения об эксплуатации программы
Описание применения	Сведения о назначении программы, области применения, применяемых методах, классе решаемых задач, ограничениях для применения, минимальной конфигурации технических средств
Руководство системного программиста	Сведения для проверки, обеспечения функционирования и настройки программы на условия конкретного применения
Руководство программиста	Сведения для эксплуатации программы
Руководство оператора	Сведения для обеспечения процедуры общения оператора с вычислительной системой в процессе выполнения программы
Описание языка	Описание синтаксиса и семантики язык
Руководство по техническому обслуживанию	Сведения для применения тестовых и диагностических программ при обслуживании технических средств

Содержание работы:

Задание 1. Разработать следующую эксплуатационную документацию на программу CAD/CAM система ADEM с соблюдением требований ЕСПД по их структуре и содержанию:

- руководство оператора;
- руководство пользователя;
- руководство по техническому обслуживанию

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. Технология машиностроения : учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. В. Тотай [и др.] ; под общей редакцией А. В. Тотая. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 241 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09041-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/>
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>

Дополнительные источники:

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. Ким, Д. П. Основы автоматического управления : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Д. П. Ким. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 276 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11687-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>
7. Чуваков, А. Б. Основы подготовки технологических операций на обрабатывающих станках с ЧПУ : учебник для среднего профессионального образования / А. Б. Чуваков. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 199 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-15196-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>
8. Антимиров, В. М. Системы автоматического управления : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. М. Антимиров. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 92 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17174-7. — Текст : электронный //

Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>

Интернет – ресурсы

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