

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Проректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70f5d9e7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра технологии и организации
машиностроительного производства



УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебной работе
Д.В.Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Робототехнические комплексы в производственной сфере
(наименование дисциплины)

15.04.03 Прикладная механика
(код, наименование направления)

Цифровые технологии в производственной сфере
(магистерская программа)

Квалификация магистр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целью дисциплины является овладение теоретическими и практическими навыками, необходимыми для выбора, использования и анализа применения робототехники в процессе конструкторско-технологической подготовки автоматизированных машиностроительных производств, для повышения их эффективности.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение основных задач кинематики и динамики промышленных роботов, особенностей их конструкции, классификации объектов манипулирования и объектов обработки;
- ознакомление с конструктивно-унифицированными рядами, классификацией конструктивных схем и захватных устройств;
- определение типа и конструкции промышленного робота, необходимого для автоматизации конкретного производственного процесса.

Дисциплина направлена на формирование профессиональной (ПК-11) компетенции выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», обязательная часть по направлению 15.04.03 Прикладная механика (магистерская программа «Цифровые технологии в производственной сфере»).

Дисциплина реализуется кафедрой технологии и организации машиностроительного производства. Основывается на базе дисциплин: «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов», «Инструментальное обеспечение цифрового производства», «Проектирование оснастки для оборудования с числовым программным управлением», «Программно-управляемые производственные системы», «Компьютерно-интегрированное производство». Является основой для изучения следующих дисциплин: «Наукоемкие технологии в производственной сфере», «Инновационные технологии в цифровом производстве», «Научно-исследовательская работа», для подготовки магистерской работы.

Назначение дисциплины – дать будущим выпускникам теоретические основы и практические навыки для выбора, использования и анализа применения роботов и робототехнических систем как промышленного, так и непромышленного назначения, а также необходимое программно-алгоритмическое обеспечение для управления такими системами, их проектирования и эксплуатации.

Общая трудоемкость освоения дисциплины очной формы обучения составляет 4 зачетных единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 ак.ч.), лабораторные (18 ак.ч.) и практические (36 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (72 ак.ч.).

Общая трудоемкость освоения дисциплины заочной формы обучения составляет 4 зачетных единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (4 ак.ч.), лабораторные (4 ак.ч.) и практические (4 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (132 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Робототехнические комплексы в производственной сфере» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 –Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен организовывать контроль по наладке, настройке, опытной проверке, техническому, эксплуатационному обслуживанию оборудования, средств и систем машиностроительных производств.	ПК-11	ПК-11.1 Знает современные методы контроля технологической оснастки для станков с ЧПУ ПК-11.2 Умеет проводить анализ состояния технологической оснастки и ее элементов с использованием современных методов и средств контроля; проводить исследования по выявлению брака при обработке деталей с использованием этой оснастки. ПК-11.3 Владеет навыками разработки методик и программ испытаний технологической оснастки для станков с ЧПУ; навыками в разработке мероприятий по сокращению и устранению брака при обработке деталей с использованием этой технологической оснастки.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным и практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		3
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Курсовая работа/курсовой проект	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	4	4
Подготовка к лабораторным работам	9	9
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Выполнение курсовой работы / проекта	–	–
Расчетно-графическая работа (РГР)	–	–
Реферат (индивидуальное задание)	–	–
Домашнее задание	–	–
Подготовка к контрольной работе	–	–
Подготовка к коллоквиуму	11	11
Аналитический информационный поиск	–	–
Работа в библиотеке	–	–
Подготовка к экзамену	30	30
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 9 тем:

- тема 1 (Введение. Цель и задачи дисциплины. Роль и место дисциплины в цикле подготовки специалистов технологии машиностроения. Основные понятия, термины и определения. Классификация и назначение промышленных роботов);
- тема 2 (Компоновка промышленных роботов);
- тема 3 (Структура систем управления промышленных роботов);
- тема 4 (Основы программирования промышленных роботов);
- тема 5 (Системы управления промышленных роботов);
- тема 6 (Применение промышленных роботов в составе гибких автоматизированных ячеек);
- тема 7 (Области применения робототехнических комплексов);
- тема 8 (Гибкие производственные модули с применением робототехнических комплексов);
- тема 9 (Организация инструментального хозяйства в гибких производственных модулях с применением робототехнических комплексов).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1.	Введение. Классификация и назначение промышленных роботов	Цель и задачи дисциплины. Роль и место дисциплины в цикле подготовки специалистов технологии машиностроения. Основные понятия, термины и определения. История развития и основные предпосылки к развитию робототехники. Классификация и поколения промышленных роботов. Области применения и перспективы развития роботов	2	<i>Практическое занятие 1.</i> Расчет элементов промышленных роботов (Задача 1)	4	<i>Лабораторная работа №1.</i> Оценка эффективности надежности фрезерных станков с ЧПУ	6
2.	Компоновка промышленных роботов	Структура и устройство промышленных роботов. Исполнительный механизм. Кинематические пары: вращательные и поступательные. Кинематика манипулятора промышленного робота. Приводы и системы координат промышленных роботов. Основные принципы управления, реализуемые в приводах роботов. Цифровые и аналоговые сигналы	2	<i>Практическое занятие 2.</i> Расчет элементов промышленных роботов. (Задача 2)	4	<i>Лабораторная работа №2.</i> Анализ структурной компоновки автоматизированного технологического комплекса на базе промышленного робота УМ-160 и станка 16К30Ф333	6
3.	Структура систем управления промышленных роботов	Исполнительные устройства промышленных роботов. Манипуляторы. Структура систем управления промышленных роботов. Системы программного	2	<i>Практическое занятие 3.</i> Оценка надежности автоматизированных систем	4	<i>Лабораторная работа №3.</i> Изучение устройств пневматических про-	6

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		управления промышленных роботов. Основные принципы управления, реализуемые в приводах роботов.				мышленных роботов	
4.	Основы программирования промышленных роботов.	Информационные системы роботов. Датчики обратной связи. Структура систем программного управления роботами. Гибкие производственные системы с использованием промышленных роботов. Роль робототехники в автоматизации технологических процессов.	2	<i>Практическое занятие 4.</i> Выбор и расчет захватных устройств промышленных роботов	6	—	—
5.	Системы управления промышленных роботов	Принципы и законы управления промышленных роботов. Основы проектирования промышленных роботов. Технические требования, предъявляемые к промышленным роботам на этапе проектирования. Применение многоцелевых станков в составе робототехнических комплексов	2	<i>Практическое занятие 5.</i> Расчет параметров моделей роботизированных комплексов с отказами, ожиданиями и ограниченной длиной очереди.	4	—	—
6.	Применение промышленных роботов в составе гибких автоматизированных ячеек	Общая концепция и принципы построения адаптивных робототехнических комплексов. Структура и состав интеллектуальной робототехнической системы. Типовые схемы применения роботов при индивидуальном и многостаночном обслуживании	2	<i>Практическое занятие 6.</i> Расчет параметров моделей роботизированных комплексов как замкнутой системы массового обслуживания.	4	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		технологического оборудования. Роль робототехники в автоматизации технологических процессов.					
7.	Области применения робототехнических комплексов.	Роботизированные технологические комплексы (РТК) в машиностроении. Классификация и области применения робототехнических комплексов. Особенности проектирования автоматических линий с роботами и манипуляторами. Применение промышленных роботов для операций технологических процессов машиностроения.	2	<i>Практическое занятие 7.</i> Анализ номенклатуры, разработка роботизированной групповой технологической операции механической обработки деталей на РТК.	4	—	—
8.	Гибкие производственные модули с применением робототехнических комплексов	Гибкие производственные модули (ГПМ). Требования к ГПМ, работающего в режиме безлюдной технологии. Предпосылки внедрения ГПС.	2	<i>Практическое занятие 7.</i> Определение условий и режима автоматической установки заготовки в РТК.	4	—	—
9	Организация инструментального хозяйства в гибких производственных модулях с применением робототехнических комплексов	Организация инструментального хозяйства в гибких производственных модулях с применением робототехнических комплексов. Планирование и расчет потребности в оснастке. Организация ремонтного хозяйства	2	<i>Практическое занятие 8.</i> Управление работой роботизированного производства с использованием цифровых системы	2	—	—
Всего аудиторных часов			18	36		18	

Таблицы 4 –Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1.	Введение. Классификация и назначение промышленных роботов	Цель и задачи дисциплины. Роль и место дисциплины в цикле подготовки специалистов технологии машиностроения. Основные понятия, термины и определения. История развития и основные предпосылки к развитию робототехники. Классификация и поколения промышленных роботов. Области применения и перспективы развития роботов	2	<i>Практическое занятие 1.</i> Расчет элементов промышленных роботов (Задача 1)	4	<i>Лабораторная работа №2.</i> Изучение структурной компоновки автоматизированного технологического комплекса на промышленного робота УМ-160 и токарного патронно-центральной станок 16К30Ф333	4
2.	Компоновка промышленных роботов	Структура и устройство промышленных роботов. Исполнительный механизм. Кинематические пары: вращательные и поступательные. Кинематика манипулятора промышленного робота. Приводы и системы координат промышленных роботов. Основные принципы управления, реализуемые в приводах роботов. Цифровые и аналоговые сигналы	2	—	—	—	—
Всего аудиторных часов			4	4		4	

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 — Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-11	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для зачета

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 работы) – всего 40 баллов;
- практические работы – всего 40 баллов;

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине «Робототехнические комплексы в производственной сфере» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время экзаменационной сессии студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п.п. 6.5), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 –Шкала оценивания знаний

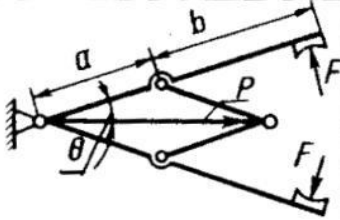
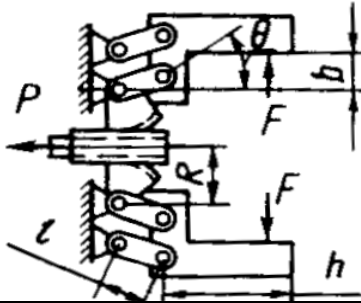
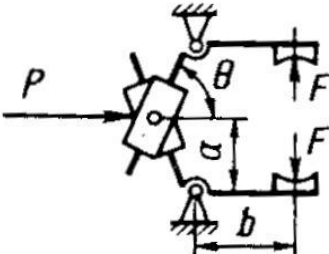
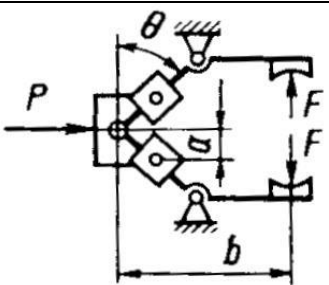
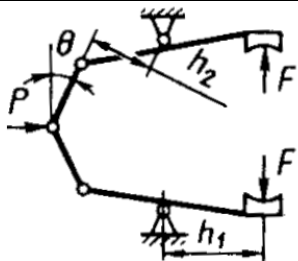
Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале экзамен
0-59	Неудовлетворительно
60-73	Удовлетворительно
74-89	Хорошо
90-100	Отлично

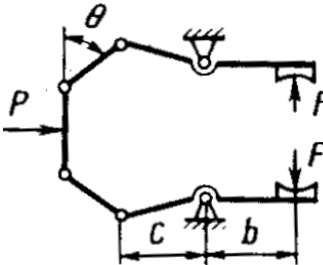
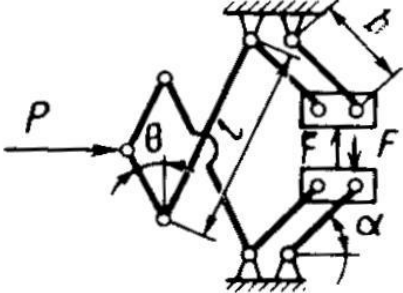
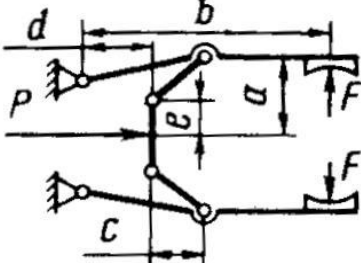
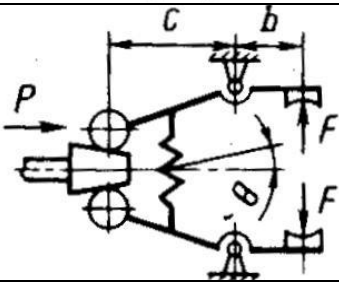
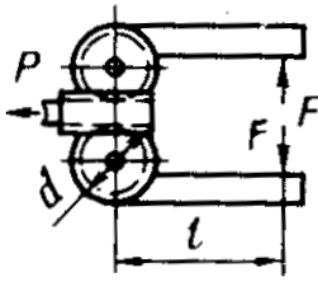
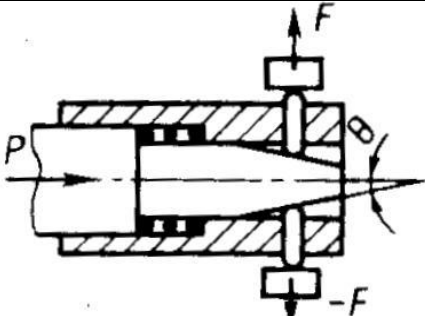
6.2 Тематика и содержание заданий

При изучении дисциплины предусмотрено выполнение четырех практических работы.

Практическое занятие 1 (Задача 1). Рассчитать теоретический диаметр D и определить в соответствии фактический диаметр $D_{факт}$ поршня цилиндра пневмопривода захватного устройства (табл.7) для управления зажимом перемещаемого предмета, расчеты выполнить в соответствии с исходными данными варианта индивидуального задания (табл.8).

Таблица 7 — Графо-аналитические модели захватных устройств промышленных роботов

Индекс модели	Схема захватного устройства	Формула передачи усилия
01		$\frac{P}{F} = \frac{a+b}{a \cdot \sin \vartheta}$
02		$\frac{P}{F} = \frac{2l}{R} \cos \vartheta$
03		$\frac{P}{F} = \frac{2b}{a} \tan \vartheta$
04		$\frac{P}{F} = \frac{2b}{a} \cos \vartheta^2$
05		$\frac{P}{F} = \frac{h_1}{h_2} \tan \vartheta$

Индекс модели	Схема захватного устройства	Формула передачи усилия
06		$\frac{P}{F} = \frac{2b}{c} \tan \vartheta$
07		$\frac{P}{F} = \frac{b \cdot \sin \vartheta \cdot \sin \alpha}{l \cdot \sin \alpha \cdot \cos(\alpha + \vartheta)}$
08		$\frac{P}{F} = \frac{2b \cdot c}{e(d + c)}$
09		$\frac{P}{F} = \frac{2b}{c} \tan \vartheta$
10		$\frac{P}{F} = \frac{4 \cdot l}{d}$
11		$\frac{P}{F} = 3 \tan \beta$

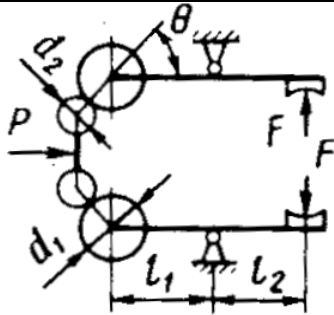
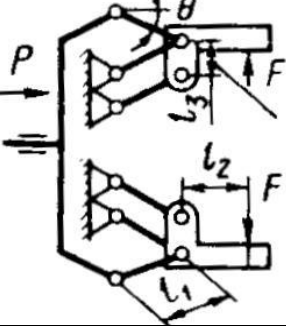
Индекс модели	Схема захватного устройства	Формула передачи усилия
12		$\frac{P}{F} = 2 \frac{l_2 \cdot \cos \theta}{l_1 \cdot \sin \theta}$
13		$\frac{P}{F} = \frac{l_2}{l_3 \cdot \cos \theta}$

Таблица 8 — Варианты заданий для выполнения задачи 1

Вариант задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Индекс модели (табл.7)	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Значения усилий F зажима, Н (табл.7)	30 50 80	40 60 90	50 70 100	30 50 80	40 60 90	50 70 100	30 50 80	40 60 90	50 70 100	30 50 80
Модели цилиндра (табл.9)	M1 M3	M2 M4	M1 M3	M1 M4	M1 M4	M1 M4	M1 M3	M1 M4	M1 M3	M2 M4
Вариант задания	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Индекс модели (табл.7)	11	12	13	01	02	03	04	05	06	07
Значения усилий F зажима, Н (табл.7)	40 60 90	50 70 100	55 75 110	35 55 85	45 65 95	55 75 105	35 55 85	45 65 95	55 75 105	35 55 85
Модели цилиндра (табл.9)	M1 M3	M2 M4	M1 M3	M1 M3	M1 M4	M1 M3	M1 M4	M1 M3	M1 M4	M2 M3
Вариант задания	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Индекс модели (табл.7)	08	09	10	11	12	136	01	02	03	04

Значения усилий F зажима, Н (табл.7)	45 65 95	55 75 105	35 55 85	45 65 95	55 75 105	35 55 85	40 60 90	50 70 100	55 75 110	35 55 85
Модели цилиндра (табл.9)	M1 M4	M2 M3	M1 M4	M1 M3	M1 M4	M1 M3	M2 M3	M2 M4	M2 M3	M1 M4

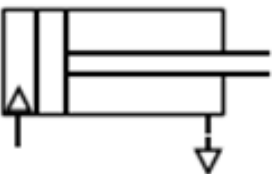
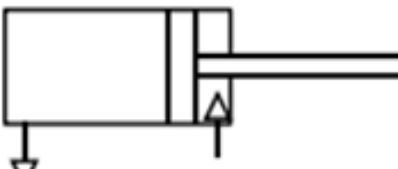
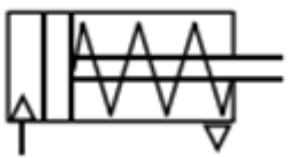
Примечание к таблице 8:

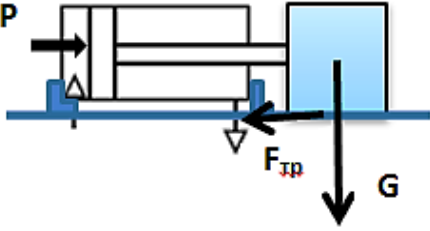
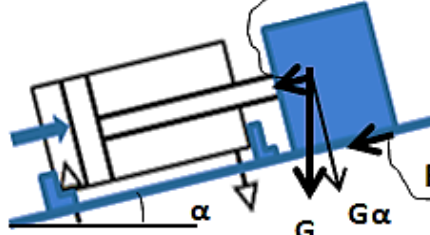
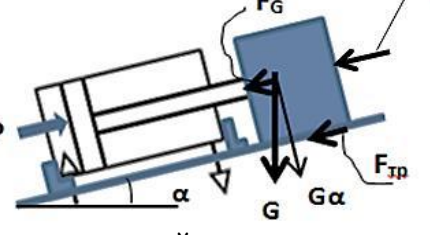
1. Линейные и угловые размеры звеньев захватных устройств (см. графические модели в табл. 7) назначают по согласованию с преподавателем и уточняют посредством графического моделирования положения звеньев в пределах поля габаритных размеров перемещаемых объектов из предполагаемого

номенклатурного ряда;

2. Задача 1 включает моделирование, когда выполняют расчеты цилиндра пневмопривода захватного устройства (ЗУ) для ряда угловых или линейных размеров звеньев ЗУ в соответствии с п.1 настоящего Примечания.

Таблица 9 — Сведения для расчета диаметра поршня пневмоцилиндра

Модель	Формула	Назначение
M1  пневмоцилиндр двустороннего действия	$P_{пр} = p_{изб} \cdot S_1 =$ $= p \frac{\pi \cdot D^2}{4}$	1) Расчет усилия $P_{пр}$ (прямой ход поршня); 2). Расчет диаметра D поршня
M2  пневмоцилиндр двустороннего действия	$P_{обр} = p_{изб} \cdot S_2 =$ $= p \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$	1) Расчет усилия $P_{обр}$ (обратный ход поршня); 2) Расчет диаметра D поршня
M3  пневмоцилиндр одностороннего действия с возвратом штока пружиной	$P_{прпуж} = p_{изб} =$ $= \frac{\pi \cdot D^2}{4} + F_{np0} + \gamma \cdot l$	1) Расчет усилия $P_{пр.пуж.}$ (прямой ход поршня); 2) Расчет диаметра D поршня
M4  пневмоцилиндр с выдвижением штока пружиной	$P_{обрпуж} = p_{изб} \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} +$ $+ F_{np0} + \gamma \cdot l$	1). Расчет усилия $P_{обр. пуж.}$ (обратный ход поршня); 2). Расчет диаметра D поршня

	Модель	Формула	Назначение
M5	 неподвижный пневмоцилиндр, перемещающий груз G ведомого объекта в горизонтальной плоскости	$P_{M5} = F_{mp} = f \cdot m \cdot g$	1). Расчет усилия P , необходимого для преодоления сил трения при перемещении массы ведомого объекта; 2). Расчет диаметра D поршня
M6	 неподвижный пневмоцилиндр, перемещающий груз G ведомого объекта по наклонной плоскости «вверх»	$P_{M6} = F_G + F_{mp} =$ $= m \cdot g \cdot \sin \alpha +$ $+ f \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha =$ $= m \cdot g \cdot (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha)$	1). Расчет усилия P преодоления сил трения $F_{тр}$ и усилия давления F_G на шток 2). Расчет диаметра D поршня
M7	 неподвижный пневмоцилиндр, перемещающий «груз G под нагрузкой $F_{доп}$» по наклонной плоскости «вверх»	$P_{M7} = F_G + F_{mp} + F_{доп} =$ $= m \cdot g \cdot (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) + F_{доп}$	1). Расчет усилия P преодоления сил трения $F_{тр}$, усилия давления F_G на шток и усилия $F_{доп}$ 2). Расчет диаметра D поршня

Экспликация формул в колонке 3, табл.1.3:

$P_{пр}$, $P_{обр.}$, $P_{пр.пуж.}$, $P_{обр.пуж.}$, P_{M5} , P_{M6} , P_{M7} , — теоретическое усилие, развиваемое цилиндром (индексы передают специфику или обозначение моделей M1...M7 пневмоцилиндров, колонка 2);

$p_{изб}$ — избыточное давление воздуха в рабочих полостях пневмоцилиндра, бар, Па;

S_1 — площадь поршня со стороны поршневой полости, мм²;

S_2 — площадь поршня со стороны штоковой полости, мм²;

D — диаметр поршня, мм; d — диаметр штока, мм;

$F_{пр.о}$ — усилие предварительного сжатия пружины, Н; j — жесткость пружины, Н/мм;

l — ход поршня цилиндра, мм; f — коэффициент трения; m — масса груза G , кг; g —

ускорение свободного падения, м/с²; α — угол наклона плоскости (оси цилиндра), рад.

Практическое занятие 2 (Задача 2). Рассчитать фактический диаметр $D_{факт}$ поршня цилиндра пневмопривода захватного устройства (табл.7) для управления разжимом схватов, когда усилие P привода захватного

устройства создает пружина в пневмоцилиндре, причем это усилие принимают на 10 – 15 % больше по отношению к одному из аналогичных значений, рассчитанных при выполнении задачи 1.

Практическое занятие 3 (Задача 3). Рассчитать надежность элементов и подсистем систем управления:

- робототехническим комплексом (рис. 1, схема а);
- устройством загрузки-выгрузки заготовок (рис. 1, схема б);
- гибким производственным модулем (рис. 2, схема в);
- автоматизированной транспортно-складской системой (рис. 2, схема г).

Вычертить блок-схему и проанализировать структуру выбранной подсистемы системы управления. Определить вероятность безотказной работы элементов и рассчитать функциональную надежность; составить таблицу возможных состояний и рассчитать эффективную надежность подсистемы. Коэффициенты готовности вспомогательных устройств:

$$K_B = 0,8; K_C = 0,85; K_D = 0,9; K_E = 0,95.$$

Интенсивность отказов основного решающего устройства $\lambda_A = 0,05 \cdot 10^{-6}$ ч. Время работы системы $t = 1000$ ч. Возможные состояния подсистемы представлены в таблице 10; интенсивность отказов остальных вспомогательных устройств – в таблице 11. Блок-схему и другие исходные данные, согласно номеру варианта, выбрать по таблице 12.

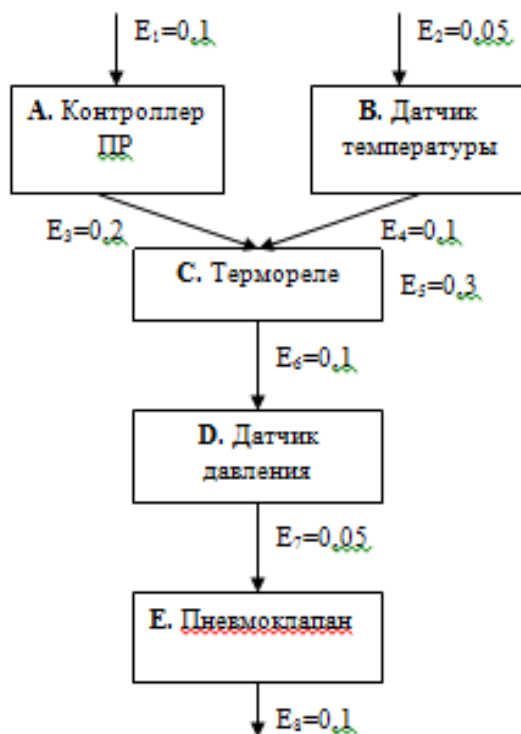


Схема а

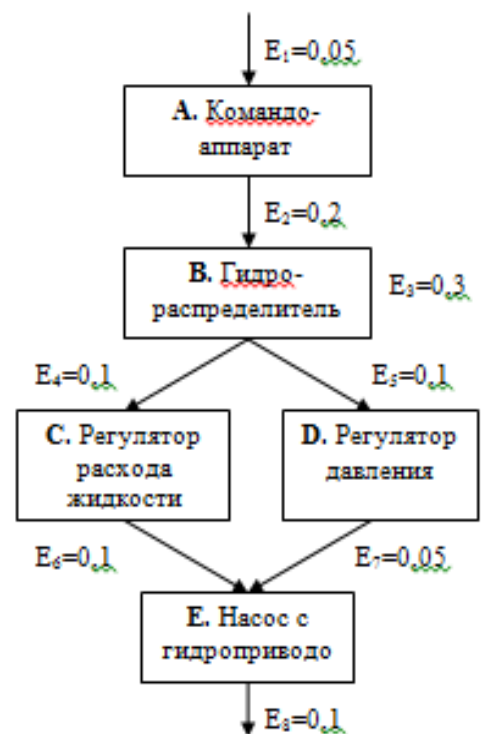


Схема б

Рисунок 1 — Варианты блок-схем подсистем

Таблица 10 — Возможные состояния системы

№	Состояние	№	Состояние	№	Состояние		Состояние
1	ABCDE	9	ABCDE	17	ABCDE	25	ABCDE
2	ABCDE	10	ABCDE	18	ABCDE	26	ABCDE
3	ABCDE	11	ABCDE	19	ABCDE	27	ABCDE
4	ABCDE	12	ABCDE	20	ABCDE	28	ABCDE
5	ABCDE	13	ABCDE	21	ABCDE	29	ABCDE
6	ABCDE	14	ABCDE	22	ABCDE	30	ABCDE
7	ABCDE	15	ABCDE	23	ABCDE	31	ABCDE
8	ABCDE	16	ABCDE	24	ABCDE	32	ABCDE

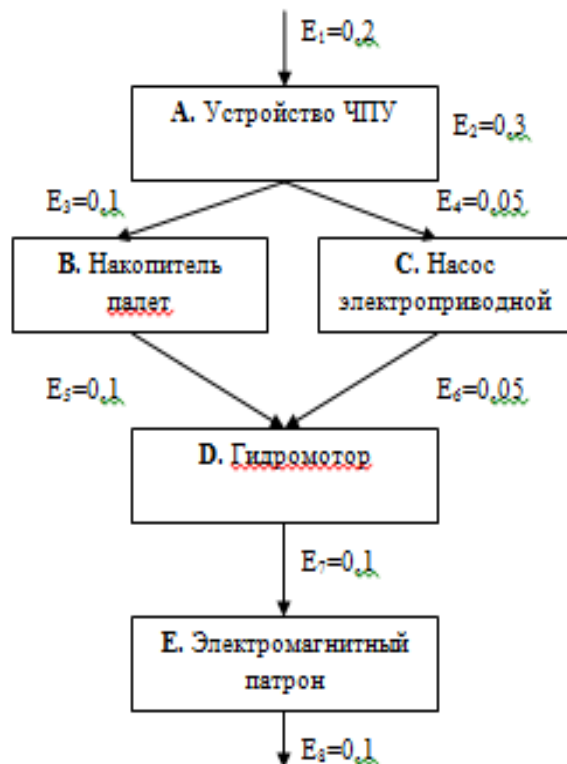


Схема в

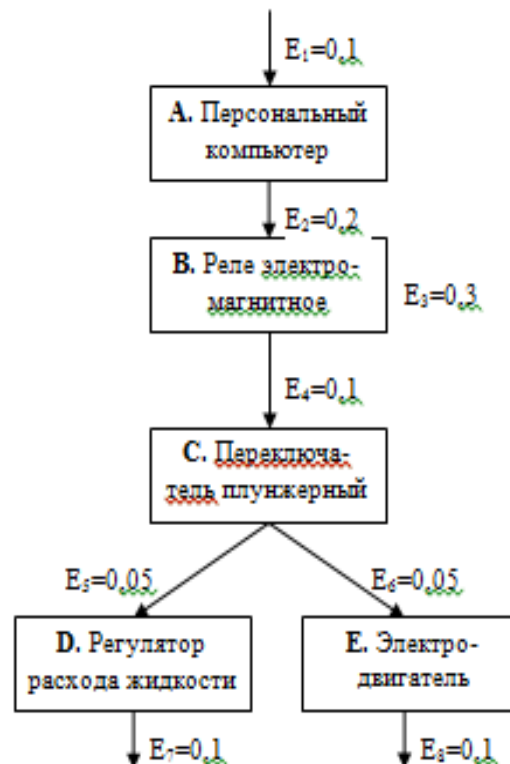


Схема г

Рисунок 2 — Варианты блок-схем подсистем

Таблица 11 — Интенсивность отказов вспомогательных устройств

Наименование устройства	Интенсивность отказов, $\lambda \times 10^{-6}, \text{ч}$		
	максимальная (max)	средняя (med)	минимальная (min)
Датчики:			
- давления	6,60	3,50	1,70
- температуры	6,40	3,30	1,50
Патрон электромагнитный	3,73	2,60	1,47
Насосы:			
- с электроприводом	27,4	13,5	2,90
- с гидроприводом	45,0	14,0	6,40
Накопитель паллет	31,5	12,5	3,33

Наименование устройства	Интенсивность отказов, $\lambda \times 10^{-6}, \text{ч}$		
	максимальная (max)	средняя (med)	минимальная (min)
Пневмоклапан	0,12	0,075	0,048
Регуляторы:			
- расхода жидкости	5,54	2,14	0,70
- давления	5,26	2,03	0,65
Гидрораспределитель	0,031	0,020	0,011
Реле электромагнитное	0,5	0,11	0,03
Термореле	1,0	0,40	0,12
Муфта электромагнитная	0,93	0,60	0,45
Электродвигатель	0,58	0,30	0,11
Переключатель плунжерный	0,112	0,054	0,041

Таблица 12 — Исходные данные к практическому занятию №3

№ варианта	Схема (рис. 2, 3)	Интенсивность отказов вспомогательных устройств			
		Вспомогательные устройства			
		B	C	D	E
1	Схема а	mid	med	max	min
2				max	med
3				max	max
4				min	min
5	Схема б	med	max	min	med
6				min	max
7				med	min
8				med	med
9	Схема в	max	min	med	max
10				max	min
11				max	med
12				max	max
13	Схема г	min	med	min	min
14				min	med
15				min	max
16				med	min
17	Схема а	min	med	max	med
18				max	max
19				max	min
20				min	med
21	Схема б	med	max	min	max
22				min	min
23				med	med
24				med	max
25	Схема в	max	min	med	min
26				max	med
27				max	max
28				max	min

№ варианта	Схема (рис. 2, 3)	Интенсивность отказов вспомогательных устройств			
		Вспомогательные устройства			
		B	C	D	E
29	Схема 2	min	med	min	med
30				min	max
31				min	min
32				med	med

Практическое занятие 4 (Задача 4). Выбор и расчет захватных устройств промышленных роботов.

Основываясь на исходных данных (см. табл.13), в соответствии с заданным вариантом, выбрать тип захватного устройства, произвести его кинематический и силовой расчет, для чего выполнить следующие разделы работы:

- 1) Выбор и обоснование конструкции ЗУ ПР (Классификационная группа, описание конструкции, области применения, преимущества-недостатки и т.д.).
- 2) Построение кинематической схемы и силовой анализ ЗУ.
- 3) Расчет усилий привода.
- 4) Определение усилий захвата. (Для вакуумных ЗУ (ВЗУ) расчет удерживающего усилия).
- 5) Расчет конструктивных элементов.

Таблица 13 — Исходные данные для решения задачи 4

Объект манипулирования	Вариант	Материал	Размеры	
			1	2
ступенчатый валик	1	дюралюминий	A = 40	A = 35
	2	сталь	B = 100	B = 120
	3	латунь	C = 150	C = 200
призматическая пластина	4	сталь	A = 6	A = 10
	5	дюралюминий	B = 100	B = 120
	6	латунь	C = 200	C = 210
цилиндрическая втулка	7	латунь	A = 15	A = 20
	8	сталь	B = 40	B = 60
	9	дюралюминий	C = 200	C = 220

6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Введение. Классификация и назначение промышленных роботов

- 1) Дайте определение манипулятору.
- 2) Что такое сбалансированный манипулятор?
- 3) Как называется автоматическая машина, состоящая из исполнительного устройства-манипулятора и устройства передвижения?
- 4) Что представляет собой промышленный робот?
- 5) Что такое адаптивный промышленный робот (АПР)?
- 6) Как называют устройство, выполняющее все двигательные функции

робота?

- 7) Что является рабочим органом робота?
- 8) Какими были предпосылки появления автоматизированного производства?
- 9) Перечислите исторические этапы развития робототехники.
- 10) Какие особенности присущи роботам 1–3 поколений?
- 11) Приведите классификацию ПР.
- 12) Назовите составные части ПР.
- 13) Перечислите основные технические характеристики ПР.
- 14) По каким признакам классифицируют ПР?
- 15) Какие роботы применяются для обслуживания оборудования, автоматизации вспомогательных операций, транспортно-складских операций?
- 16) Какие роботы используют для выполнения основных и вспомогательных функций?
- 17) Что понимают под номинальной грузоподъемностью манипулятора?
- 18) Как называется пространство, в котором может находиться исполнительное устройство при работе манипулятора?
- 19) Чем определяется мобильность робота?
- 20) Что такое погрешность позиционирования рабочего органа?

Тема 2 Компоновка промышленных роботов

- 1) Назовите основные элементы роботов и манипуляторов.
- 2) Какая структура у промышленного робота?
- 3) Какое функциональное назначение манипулятора?
- 4) Приведите функциональную схему промышленного робота.
- 5) Как обозначаются кинематические пары?
- 6) Чем отличается прямоугольная система координат от полярной?
- 7) Приведите функциональную схему механической системы промышленного робота?
- 8) Какие существуют приводы у промышленного робота?
- 9) Какие требования предъявляются к приводам промышленного робота?
- 10) Приведите функциональную схему привода робота.
- 11) Какие основные принципы управления реализуются в приводах роботов?

Тема 3. Структура систем управления промышленных роботов

- 1) Приведите общую структуру системы управления РТК.
- 2) Что входит в общую структуру системы управления промышленного робота?
- 3) Какие три фундаментальных принципа используются в системах управления промышленных роботов?
- 4) Как реализуется принцип разомкнутого управления?
- 5) Когда может использоваться принцип управления по возмущению или принцип компенсации в системе разомкнутого типа?

- 6) Какой принцип в теории управления является одним из важнейших?
- 7) С помощью чего можно корректировать алгоритм управления промышленным роботом?
- 8) Как уменьшить влияние датчика на процесс регулирования угловой скорости звена?
- 9) На какие системы подразделяются системы программного управления промышленных роботов?
- 10) Назовите два основных способа программирования роботов?
- 11) Как выполняется программирование расчетным путем?
- 12) Как производится программирование путем обучения?
- 13) Где фиксируется информация о состоянии манипулятора?
- 14) Как работает модуль аварийной блокировки?

Тема 4 Основы программирования промышленных роботов.

- 1) Какие операции можно программировать в виртуальной среде K-ROSET?
- 2) В каком формате необходимо сохранять управляющую программу?
- 3) Как в среду K-ROSET импортировать данные из CAD-системы?
- 4) Какие операции можно программировать в среде Roboguide?
- 5) В каком формате необходимо сохранять управляющую программу?
- 6) Чем «онлайн» программирование отличается от «офлайн»?
- 7) Какие системы роботов составляют основу информационно-измерительных систем?
- 8) Приведите структуру системы программного управления роботами.
- 9) Какую роль играет робототехника в автоматизации технологических процессов?
- 10) Как используются промышленные роботы в гибких производственных системах?
- 11) Какую функцию выполняют промышленные роботы в гибких производственных системах?
- 12) Как называется первичный преобразователь, который реагирует на подлежащую выявлению величину и преобразует ее в другую величину, удобную для дальнейшего использования, выдавая сигнал о ее наличии и интенсивности?

- 13) Какую функцию выполняет датчик?

- 14) Какую функцию выполняет усилитель-преобразователь?

Тема 5. Системы управления промышленных роботов

- 1) Что собой представляет робот как объект управления?
- 2) Как реализуется принцип разомкнутого управления?
- 3) Приведите схему разомкнутого управления.
- 4) Когда может использоваться принцип управления по возмущению?
- 5) Приведите схему управления по возмущению.
- 6) Какой признак систем управления, в которых реализован принцип обратной связи, является отличительным?
- 7) Приведите схему управления с обратной связью.
- 8) Что называют законом управления?

9) На какие системы подразделяются системы программного управления промышленных роботов?

10) Где используются программируемые контроллеры?

Тема 6. Применение промышленных роботов в составе гибких автоматизированных ячеек

1) Приведите примеры применения промышленных роботов в машиностроении.

2) Как должны определяться параметры роботов для ГАП роботов?

3) Назовите конструктивные принципы проектирования стационарных станочных роботов для ГПС.

4) На каком принципе конструктивно выполняется манипуляционная часть ПР?

5) Из каких функционально и конструктивно законченных узлов состоит манипуляционная часть ПР?

6) Что является конечной целью работы робота?

7) Приведите траекторию конечного звена робота при взаимодействии со станком?

8) Что представляет собой траектория T базового цикла алгоритма захвата заготовки?

Тема 7. Области применения робототехнических комплексов

Роботизированные технологические комплексы (РТК) в машиностроении. Классификация и области применения робототехнических комплексов.

1) К чему сводится первый уровень автоматизации?

2) В чем нашла воплощение автоматизация первого уровня?

3) В каком оборудовании автоматизация первого уровня нашла наиболее полное воплощение?

4) Что собой представляет автоматизация второго уровня?

5) Где нашла своё применение автоматизация второго уровня?

6) С помощью чего обеспечивается второй уровень автоматизации?

7) Что собой представляет третий уровень автоматизации?

8) Что собой представляет четвертый уровень автоматизации?

9) Что собой представляет пятый уровень автоматизации?

10) Чем обеспечивается третий уровень автоматизации?

11) Какому уровню автоматизации характерна автоматическая переналадка оборудования с выпуска одного изделия на другое?

12) этап производства до настоящего времени не автоматизирован и является слабым звеном в цепи средств автоматизации (автоматизированного производства).

13) Какой этап производства до настоящего времени не автоматизирован и является слабым звеном в цепи средств автоматизации (автоматизированного производства)?

14) Какой признак отражает взаимодействие технологического оборудования внутри комплекса?

15) Каково назначение робототехнических комплексов в

промышленности?

16) Каковы уровни автоматизации машиностроительного производства?

17) Какие уровни автоматизации целесообразно обеспечивать на основе использования робототехнических комплексов?

18) Поясните понятие робототехнический комплекс.

19) Приведите классификацию РТК по функциональному признаку.

20) Приведите классификацию РТК по области применения.

21) Приведите классификацию РТК по структурному признаку.

22) Приведите классификацию РТК по компоновочному признаку.

23) Приведите классификацию РТК по типу производственного подразделения.

Тема 8. Гибкие производственные модули с применением робототехнических комплексов

1) Что представляют собой гибкие производственные модули (ГПМ)?

2) Какие требования предъявляются к ГПМ, работающим в режиме безлюдной технологии?

3) Назовите предпосылки внедрения ГПС

4) Что является основой построения ГПС на современном этапе?

5) Что входит в систему обеспечения работы технологического оборудования ГПС?

6) По какому принципу строится структура ГПС?

7) Что понимают под структурной схемой ГПС?

Тема 9. Организация инструментального хозяйства в гибких производственных модулях с применением робототехнических комплексов

1) Что является основой для расчета потребности оснастки в ГПМ?

2) Что является основой расчета потребности инструментальной оснастки в ГПМ?

3) Как определяют норму расхода инструмента?

4) Что определяет эффективность эксплуатации инструментальных систем ГПС?

5) Из каких трех агрегатов состоит инструментальная система ГПС?

6) Чем обеспечивается гибкость инструментальной системы?

7) Назовите основные конструктивные элементы инструмента для ГПС, приведите конкретные примеры.

8) Что собой представляют сборный и модульный инструмент, каковы его основные достоинства?

9) Опишите конкретные конструкции ГПС для многоинструментальной обработки.

10) Назовите виды технологической гибкости инструментальной оснастки, количественные критерии ее оценки.

11) Изложите подробно последовательность функционирования типовой инструментальной системы ГПС.

12) Назовите перспективы развития инструментальной оснастки для ГПС.

6.4 Вопросы для тестовой оценки уровня сформированности компетенций студентов по дисциплине

- 1) Как классифицируются промышленные роботы (по грузоподъемности)?
- 2) Как классифицируются промышленные роботы (по поколениям)?
- 3) Чем отличаются программные роботы от адаптивных роботов?
- 4) Чем отличаются адаптивные роботы от интеллектуальных роботов?
- 5) Какой точностью позиционирования характеризуются промышленные роботы?
- 6) Какую структуру имеют ГПС?
- 7) Что является более высоким уровнем иерархии, ГПС или ГПМ?
- 8) В качестве каких элементов используются промышленные роботы в ГПС?
- 9) Чьей подсистемой является автоматизированный склад?
- 10) Какова иерархия систем (сверху в низ): ГПС; ГПМ; ГАУ?
- 11) Какие три системы координатных перемещений (из пяти) наиболее часто используются в промышленных роботах?
- 12) Какие (из двух) кинематических пар используются в манипуляторах роботов?
- 13) Какие задачи используются при кинематическом синтезе манипуляторов?
- 14) С помощью чего определяется положение кинематической цепи в пространстве?
- 15) Какой принцип построения манипуляторов получил развитие?
- 16) Какие функции выполняют вычислительные устройства в промышленных роботах?
- 17) Для каких целей в системах управления роботами используются микро-ЭВМ?
- 18) Какого уровня языки используются для программирования промышленных роботов?
- 19) К языкам какого типа можно отнести ПАСКАЛЬ?
- 20) В чем недостаток принципа разомкнутого управления?
- 21) С помощью чего определяется положение кинематической цепи в пространстве?
- 22) Какие возмущающие воздействия удастся компенсировать с помощью принципа управления по возмущению?
- 23) На чем основан принцип управления с обратной связью?
- 24) Какие из ниже приведенных законов являются типовыми законами управления?
- 25) Какой из законов является более совершенным с точки зрения компенсации влияния внешних возмущений?
- 26) Какую последовательность действий осуществляет система циклового управления?
- 27) Какую последовательность действий осуществляет система позиционного управления?

- 28) Какая характерная особенность роботов с контурной системой управления?
- 29) Какие контурные системы управления Вы знаете?
- 30) Чем отличается система контурного управления от системы позиционного управления?
- 31) Что, по Вашему мнению, представляет собой запись системы уравнений динамики РТК?
- 32) Что, по Вашему мнению, представляет собой класс программных движений РТК?
- 33) Что является характерной чертой адаптивных систем управления РТК?
- 34) Что принципиально отличает адаптивные системы управления РТК от систем программного управления?
- 35) Какие, по Вашему мнению, типы алгоритмов могут быть использованы при идентификационном подходе к адаптивному управлению РТК?
- 36) Сколько степеней подвижности имеет манипулятор используемый в ПР РМ-01?
- 37) Какие системы координат используются в ПР РМ-01?
- 38) Чем определяется положение инструмента (закрепленного в схвате манипулятора) в пространстве?
- 39) Чем определяется позиция координатной точки и ориентация инструмента?
- 40) Какой язык программирования используется в системе управления

6.5 Вопросы для подготовки к экзамену (тестовому коллоквиуму)

- 1) Какие основные факторы обусловили зарождение и развитие робототехники?
- 2) Где и когда появились первые промышленные роботы?
- 3) Какая страна является лидером в робототехнике?
- 4) Что такое робототехника?
- 5) В чём заключаются три закона робототехники?
- 6) В чём заключаются сформулированные Шимоном Нофом три закона использования промышленных роботов?
- 7) Назовите объективные предпосылки начала бурного развития робототехники.
- 8) Что такое промышленный робот согласно ГОСТ?
- 9) Из каких основных структурных единиц состоит промышленный робот?
- 10) Что такое манипулятор?
- 11) В чём заключаются принципиальные отличия роботов первого, второго и третьего поколений?
- 12) Как классифицируются промышленные роботы?
- 13) Чем отличаются друг от друга цикловые, позиционные и контурные системы управления промышленными роботами?

- 14) Назовите основные технические показатели, характеризующие технические возможности промышленных роботов.
- 15) По каким внешним структурным условиям выполняется структурный синтез манипуляторов?
- 16) Назовите основные задачи механики промышленных роботов.
- 17) Запишите структурную формулу, по которой можно определить число степеней свободы манипулятора.
- 18) Как определить число степеней свободы манипулятора, не используя структурную формулу?
- 19) Что такое маневренность манипулятора?
- 20) Что такое рабочее пространство манипулятора?
- 21) Что такое угол и коэффициент сервиса манипулятора?
- 22) В чём заключается структурный синтез манипуляторов?
- 23) Назовите преимущества манипуляторов параллельной структуры по сравнению с манипуляторами последовательной структуры.
- 24) В чём заключается суть прямой и обратной задач динамики манипуляторов?
- 25) Какова практическая ценность результатов решения обратной задачи динамики манипуляторов?
- 26) Какова последовательность силового расчёта манипуляторов?
- 27) Как вычисляются силы инерции звеньев манипулятора?
- 28) В чём заключаются преимущества матричного способа силового расчёта манипуляторов по сравнению с традиционным?
- 29) Запишите матричную формулу определения главного вектора сил инерции звена манипулятора и раскройте её содержание.
- 30) В чём заключаются преимущества составления уравнений динамики манипуляторов на основе уравнений Лагранжа второго рода?
- 31) Запишите матричную формулу определения кинетической энергии манипулятора и раскройте её содержание.
- 32) Запишите матричную формулу определения потенциальной энергии манипулятора и раскройте её содержание.
- 33) С какой целью выполняют уравнивание манипуляторов?
- 34) Какими способами уравнивают манипуляторы?
- 35) В чём заключаются недостатки уравнивания манипуляторов с помощью противовесов?
- 36) Какие факторы влияют на точность позиционирования манипулятора?
- 37) Чем характеризуется кинематическая погрешность манипулятора?
- 38) Что такое линейная и угловая ошибки?
- 39) Как рассчитать линейную ошибку?
- 40) Как рассчитать угловую ошибку?
- 41) Какова структура программы работы промышленного робота?
- 42) Назовите два основных метода разработки языков программирования промышленных роботов.

43) В чём заключается сущность программирования робота методом обучения?

44) В чём заключается сущность и содержание четырёх уровней иерархии систем управления и программирования промышленных роботов?

45) Зачем необходима адаптивному роботу система сенсорных устройств?

46) Какие функции выполняет система сенсорных устройств промышленного робота?

47) Как работают локационные системы осязания роботов?

48) Каков принцип действия датчиков искусственного осязания?

49) Как работает шестикомпонентный датчик сил?

50) Опишите принцип действия и функции датчиков перемещения.

51) Каков принцип действия кодового датчика?

52) По какому принципу программируется адаптивный робот?

53) Как можно снизить требования к точности позиционирования при выполнении сборочных операций?

54) Обоснуйте необходимость роботизации производства в условиях крупносерийного, серийного, мелкосерийного производства.

55) Каковы основные этапы роботизации существующего машиностроительного производства?

56) Какие функции выполняет промышленный робот в составе РТК?

57) Какие требования предъявляются к технологическому оборудованию, входящему в состав РТК?

58) Каковы основные виды компоновок роботизированной технологической ячейки?

59) Каковы сравнительные преимущества и недостатки линейной и круговой компоновки РТК?

60) В чём заключается дооснащение РТК?

61) Каковы основные виды захватных устройств промышленных роботов?

62) В чём заключается и какова цель изменения конструкции деталей – объектов манипулирования?

63) Назовите основные виды вспомогательного оборудования.

64) Каковы особенности применения промышленных роботов на основных операциях машиностроительного производства?

65) Дайте понятие робототехнической системы, робототехнического модуля.

66) Дайте структурно-функциональное описание робототехнических систем.

67) В чём заключаются особенности составления требований к робототехническим системам?

68) Что представляют собой системы циклового и позиционного управления?

69) Какое вспомогательное оборудование используется в промышленных робототехнических системах?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Перетятко, С. Б. Производственные манипуляторы, роботы и автоматические линии: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студ. магистратуры по напр. подгот. 15.04.01 Машиностроение / С. Б. Перетятко. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023 – 32 с. — https://klgtu.ru/vikon/sveden/files/UMP_po_Proizvodstvennym_manipulyatoram_robotam_i_avtomaticheskim liniyam.pdf. — (дата обращения : 04.07.2024). — Режим доступа : свободный
2. Егоров, И. Н. Системы управления электроприводов технологических роботов и манипуляторов : учеб. пособие / И. Н. Егоров, В. П. Умнов ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2022 – 314 с. — <https://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/9825/1/02406.pdf>. — (дата обращения : 05.07.2024).— Режим доступа : свободный

Дополнительная литература

3. Курышкин, Н. П. Основы робототехники : учеб. пособие / Н.П. Курышкин. — Кемерово: КузГТУ, 2012. — 168 с. — https://www.klgtu.ru/vikon/sveden/files/UMP_po_Proizvodstvennym_manipulyatoram_robotam_i_avtomaticheskim liniyam.pdf. — (дата обращения : 05.07.2024). — Режим доступа : свободный

Учебно-методическое обеспечение

4. Методические указания к практическим работам дисциплины «Робототехника и мехатроника» (для студентов всех форм обучения магистратуры направления 15.04.05 «Конструкторско-технологическая подготовка производства» / Составитель: Горобец И.А. – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2019 – 68с. — https://gorobets.ucoz.ru/Robotic/mu_k_prakticheskim_rabotam_discipliny_robototekhni.pdf. — (дата обращения : 04.07.2024). — Режим доступа : свободный
5. Шошиашвили М.Э., Шошиашвили И.С. Основы мехатроники и робототехники: учебно-методическое пособие для практических занятий /М.Э. Шошиашвили, И.С. Шошиашвили. — Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2017. — 24 с.— <http://mf.npi-tu.ru/assets/emf/mig/Пособия%20АВТ%20бак/prakticheskie-zanyatiya-omir-2017.pdf>. — (дата обращения : 06.07.2024). — Режим доступа : свободный

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт.— Алчевск. —

URL: library.dstu.education.— Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>.— Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>.— Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система.— URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.— Текст : электронный.

5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система.—Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. —Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 14.

Таблица 14 — Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Лекционная аудитория (60 посадочных мест)</i>, оборудованная специализированной (учебной) мебелью (парта — 20 шт., стол компьютерный — 1 шт., доска аудиторная — 2 шт.), АРМ преподавателя (системный блок ПК + монитор), мультимедийный проектор, широкоформатный экран <i>Учебные мастерские. Оборудование:</i> -универсальный промышленный робот-манипулятор УМ160Ф2.81.01; - токарно-патронный цифровой станок с ЧПУ мод.16K30Ф33; - бесконсольный фрезерный станок с ЧПУ мод. 6520Ф3-36 (модернизированный)	ауд. <u>103</u> корп. <u>третий</u> ауд. <u>102</u> корп. <u>третий</u>

Лист согласования РПД

Разработал
доц. кафедры технологии и организации
машиностроительного производства
(должность)


(подпись) А. М. Зинченко
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

Заведующий кафедрой технологии и
организации машиностроительного
производства


(подпись) А.М.Зинченко
(Ф.И.О.)

Протокол № 11 заседания кафедры
технологии и организации
машиностроительного производства

от 10.07 2024 г.

И.о. декана факультета горно-
металлургической промышленности
и строительства


(подпись) О.В. Князьков
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
15.04.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных
производств («Технология машиностроения»)


(подпись) А.М. Зинченко
(Ф.И.О.)

Начальник
учебно-методического центра


(подпись) О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	