Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра механики и машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Директор института передовых инженерных технологий
_____ И.Ю. Кольчурина
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование манипуляторов

15.03.06 «Мехатроника и робототехника»
(направленность (профиль): «Цифровой инжиниринг»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: c7fcee22ea712e8a9d62ca0595e78e8dabbfaa85
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 4 июня 2025 г. по 26 августа 2026 г.
Дата и время: 02-04-2026 22:32:54 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование знаний по исследованию кинематики и динамики манипуляционных систем;
– применение манипуляционных механизмов с параллельной структурой.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение современных перспективных направлений развития робототехники;
– ознакомление с основными терминами, понятиями и закономерностями в исследованиях динамики управляемых манипуляторов;
– обучение навыкам решения практических задач по проектированию манипуляторов в робототехнических комплексах.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Промышленные роботы и робототизированные системы;
– Теория решения изобретательских задач;
– Инженерная и компьютерная графика;
– Теоретическая механика;
– Сопротивление материалов;
– Детали мехатронных устройств и роботов;
– Основы мехатроники и робототехники;
– Нормирование точности в машиностроении;
– Математика;
– Информационные технологии;
– Основы программирования;
– Моделирование процессов и объектов в производственных системах;
– Системы автоматизированного проектирования.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Эксплуатация и ремонт мехатронных и робототехнических систем;
– Вычислительные методы компьютерного моделирования мехатронных систем;

– Проектирование промышленных роботов;
– Промышленные контроллеры.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования	ПК-1.1 Формулирует цели и задачи исследований на основе сборки, обработки, анализа и обобщений научно-технической информации с учетом нормативной документации передового отечественного и международного опыта	– знать: современные методы анализа научных да-ных, обработки результатов экспериментов и наблюдений; теоретического обобщения научных данных и результатов экспериментов и наблюдений. – уметь: применять существу-ющие методы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.
		ПК-1.3 Оформляет материалы исследований, формулирует предложения практических рекомендаций по исполнению их результатов	– знать: цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки ин-формации . – уметь: оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на основе норматив-ной документации.

– Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Системное и критическое мышление	УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3 Анализирует предлагаемые варианты решения задачи, оценивает их достоинства и недостатки	– знать: инструменты и методы применяемые при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей. – уметь: отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мне-ния и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения.
Разработка и реализация проектов	УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	– знать: принципы и методы системного подхода при решении поставленной задачи. – уметь: выбирать оптимальные способы решения задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений .
		УК-2.3 Решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) заявленного качества в рамках заданных ограничений	– знать: Принципы и методы декомпозиции задач, действующие технологические нор-мы проектирования . – уметь: Определять круг задач в рамках поставленной цели, исходя из дей-ствующих технических норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия,

практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***6 семестр***	***7 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*	*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*72*	*108*
	зачетных единиц	***5***	*2*	*3*
Лекции, *академ. час.*		***20***	*20*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***52***	*20*	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***81***	*14*	*67*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***27***	*18*	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные понятия и классификация роботов и манипуляционных систем (Области применения роботов. Классификация промышленных роботов и манипуляторов.Технические характеристики промышленных роботов);

Раздел 2 Структурная и кинематическая классификация манипуляционных устройств робототехнических систем (Основные понятия структуры и кинематики манипуляторов. Понятие о структуре манипуляционных систем. Классификация кинематических пар манипуляционных механизмов. Классификация переносных степеней подвижности манипулятора с последовательной кинематикой. Классификация переносных степеней подвижности по системам координат);

Раздел 3 Определение взаимного положения последовательно соединенных звеньев манипуляционных систем (Специальные системы

координат Денавита-Хартенберга. Преобразования Денавита-Хартенберга);

Раздел 4 Решение прямой задачи кинематики при позиционном управлении (Синтез законов движения по обобщенным координатам манипулятора (первая и вторая подзадачи));

Раздел 5 Определение абсолютных скоростей точек звеньев манипулятора (Постановка обратной задачи кинематики манипуляционных систем. Решение обратной задачи прямым и геометрическими методом и на основе нелинейного математического программирования);

Раздел 6 Исследование динамики манипуляционных систем с последовательной кинематикой на основе уравнений Лагранжа 2-го рода (Постановка задачи динамического синтеза и анализа манипуляционных систем. Решение примера динамического синтеза и анализа манипулятора);

Раздел 7 Проектирование манипуляторов (Компоновка манипулятора. Проектирование устройств поворота звеньев манипулятора).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Основные понятия и классификация роботов и манипуляционных систем	1.5	
Раздел 2.	Структурная и кинематическая классификация манипуляционных устройств робототехнических систем	2.5	
Раздел 3.	Определение взаимного положения последовательно соединенных звеньев манипуляционных систем	3	
Раздел 4.	Решение прямой задачи кинематики при позиционном управлении	3	
Раздел 5.	Определение абсолютных скоростей точек звеньев манипулятора	3	
Раздел 6.	Исследование динамики манипуляционных систем с последователь-ной	3	

	кинематикой на основе уравнений Лагранжа 2-го рода		
Раздел 7.	Проектирование манипуляторов	4	
Итого:		**20**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Знакомство с основными понятиями и классификацией роботов и манипуляционных систем	2	
Раздел 2.	Реализация и исследование структуры манипуляционных устройств робототехнических систем	4	
Раздел 3.	Определение взаимного положения последовательно соединенных звеньев манипуляционных систем	9	
Раздел 4.	Знакомство с решением прямой задачи кинематики при позиционном управлении	8	
Раздел 5.	Знакомство с определением абсолютных скоростей точек звеньев манипулятора	9	
Раздел 6.	Реализация и исследование динамики манипуляционных систем с последовательной кинематикой на основе уравнений Лагранжа 2-го рода	10	
Раздел 7.	Реализация задачи проектирования манипуляторов и манипуляционных устройств робототехнических систем	10	
Итого:		**52**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	8	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	8	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	8	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	8	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования;	20	

	4. Решение задач.		
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	9	
Раздел 7.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования; 4. Решение задач.	20	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	18	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**108**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-1; УК-1; УК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-1; УК-1; УК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-1; УК-1; УК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 4.	ПК-1; УК-1; УК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 5.	ПК-1; УК-1; УК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Задачи; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 6.	ПК-1; УК-1; УК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на

		практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 7.	ПК-1; УК-1; УК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Задачи; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Зачет.	ПК-1; УК-1; УК-2	1. Вопросы к зачету; 2. Зачет на основе результатов текущего контроля
Экзамен.	ПК-1; УК-1; УК-2	1. Вопросы к экзамену; 2. Экзамен на основе результатов текущего контроля

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования –10 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

12 Текущий контроль

12.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) или в процессе проведения практических занятий (семинаров) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по содержанию материалов и выполненным заданиям предыдущего раздела (темы) или по вопросам решения и порядку выполнения действий для решения заданий.

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся, если он при собеседовании обнаруживает знание и понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные; при ответе на вопросы излагает материал последовательно и правильно, полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; рационально использует время, отведенное на ответ.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который не рационально использует время, отведенное на ответ; обнаруживает незнание ответа на соответствующий вопрос; допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл; беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня умений и знаний обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится на практическом занятии или в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Перед тестированием обучающийся должен быть ознакомлен с правилами тестирования и критериями оценки. Длительность тестирования определяется количеством вопросов в тестовом задании (как правило, 10 – 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины): для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1-2 минуты.

При проведении текущего контроля в виде тестирования обучающемуся, как правило, предлагаются вопросы следующих типов:

– выбор только одного ответа. Обучающийся выбирает один из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– выбор одного или нескольких ответов. Обучающийся вправе выбрать любое непустое множество ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает определенное количество баллов (суммарная оценка всех правильных ответов на вопрос – 1 балл). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов;

– введение «короткого ответа» или «числового ответа». Обучающийся должен однозначно сформулировать требуемый ответ. В случае ввода неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– установление соответствия (ответ на каждый из нескольких вопросов должен быть выбран из списка возможных). Обучающемуся необходимо сопоставить друг другу несколько вариантов ответов. За

каждый правильный ответ обучающийся получает 0,5 балла (итоговая оценка ответов на вопросы суммируется). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный блок вопросов 0 баллов;

– выбор пропущенных слов предполагает, что пропущенные слова в тексе заполняются с помощью выпадающего меню. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– «*перетаскивание на изображение*» (изображение или текст необходимо «перетащить» в зону на фоновом изображении), «*перетаскивание в текст*» (пропущенные слова в тексе заполняются с помощью перетаскивания) или «*перетаскивание маркеров*» (маркеры «перетаскиваются» на фоновое изображение). В случае хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67 до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

12.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения. Подготовку к практическим работам обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Система оценивания двухуровневая.

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся если он выполнил указанную в методических указаниях последовательность действий,

получил результат, при выполнении практической работы проявил активность, самостоятельность; выделенное время использовал рационально.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который не умеет самостоятельно работать с методическими указаниями, не может правильно выполнить указанную последовательность действий, не рационально использует отведенное время, Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет; экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к зачету; вопросы к экзамену; зачет на основе результатов текущего контроля; экзамен на основе результатов текущего контроля.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете (зачтено/ незачтено)

Зачет проводится по результатам текущего контроля.

Таблица – Шкала оценивания обучающегося по дисциплине «Проектирование манипуляторов» по результатам текущего контроля

Оценка	Требования к знаниям
зачтено	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку три и выше баллов
не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он допускал неточности при изложении ответов на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку ниже трех баллов. Оценка «не зачтено» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене

Экзамен проводится на основе результатов текущего контроля и/или в форме компьютерного (с использованием СУО СибГИУ или

бланкового тестирования, которое охватывает все изученные вопросы и/или собеседования по теоретическим вопросам, составленным по соответствующим темам разделов изучаемой учебной дисциплины.

Промежуточная аттестация может производиться на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Таблица – Шкала оценивания экзамена на основе результатов текущего контроля успеваемости обучающегося по дисциплине «Проектирование манипуляторов»

Оценка экзамена	Требования к знаниям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку выше четырех с половиной баллов, выполнил все задания и посещал более 60% аудиторных занятий.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку выше трех баллов, выполнил более 80 % заданий и посещал более 30 % аудиторных занятий.
«удовлетво-рительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускал неточности при изложении ответов на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку три и выше баллов, выполнил более 60 % заданий.
«неудовлет-ворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он неуверенно отвечал, допускал серьезные ошибки при изложении ответов на устные вопросы при опросах, не подтвердил освоение программного материала и выполнил тестовые задания на среднюю оценку ниже трех баллов.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Гидравлические и пневматические приводы промышленных роботов и автоматических манипуляторов / под ред. Г.В.Крейнина. – Москва : Машиностроение, 1993. – 299 с. – (Автоматические манипуляторы и робототехнические системы).;

2 Промышленные роботы и манипуляторы / гл. ред. Ю.М. Арский. – Москва, 1992. – 101 с. – (Итоги науки и техники/ ВИНИТИ. Сер."Промышленные роботы и манипуляторы"; Т.3. Системы обработки изображений/ Н.А.Колтовой).;

3 Дворников, Л. Т. Промышленные роботы и манипуляторы : учеб. пособие. – Фрунзе, 1987.;

4 Дворников, Л. Т. Промышленные роботы и манипуляторы. – Фрунзе, 1987.;

5 Бурдаков, С.Ф. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов : учебное пособие для вузов / С.Ф. Бурдаков, В.А. Дьяченко, А.Н. Тимофеев. – Москва : Высшая школа, 1986. – 264 с. : ил.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

Составитель(и):

доцент Гудимова Людмила Николаевна (кафедра механики и машиностроения);

доцент Баклушина Ирина Сергеевна (кафедра механики и машиностроения).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Инженер конструктор ООО «Сибэлектро» к.т.н.		А. В. Макаров

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1 Какой параметр определяет класс кинематической пары? (несколько ответов)

1.1 Число накладываемых условий связи

1.2 Характер движения звеньев

1.3 Характер соприкосновения элементов звеньев

1.4 Вид замыкания кинематической пары

2 Как влияют на работу механизма избыточные связи? (несколько ответов)

2.1 Увеличивают число степеней свободы механизма

2.2 Уменьшают кпд и делают механизм чувствительным к погрешностям изготовления звеньев

2.3 Уменьшают число степеней свободы и увеличивают жесткость звеньев механизма

2.4 Увеличивают себестоимость изготовления механизма

2.5 Усложняют конструкцию механизма

3. Чем механизмы с высшими кинематическими парами превосходят механизмы с низшими кинематическими парами.

3.1 Большей точностью преобразования движения.

3.2 Передачей движения на большие расстояния.

3.3 Возможностью передачи больших сил.

3.4 Использованием меньшего количества звеньев в цепи.

4. Какому условию должны удовлетворять избыточные связи q для статически определимого механизма?

1. q = 0. 2. q = 3. 3. q = 1. 4. q = -1.

5. Определить число подвижных звеньев (n) и число кинематических пар (p5) рычажного механизма.

5.1 n = 5, p5 = 7. 5.2 n = 4, p5 = 6. 5.3 n = 4, p5 = 5

5.4 n = 5, p5 = 6. 5.5 n = 5, p5 = 8.

6. Каковы задачи кинематического анализа механизмов?

6.1 Определение числа степеней свободы, классов кинематических пар и размеров звеньев.

6.2 Определение сил необходимых для обеспечения заданного закона движения звеньев механизма.

6.3 Определения размеров звеньев и характера их соединения в кинематических парах.

6.4 Определения положений, скоростей и ускорений звеньев и их характерных точек.

7 Как определится нормальная составляющая ускорения точки, принадлежащей звену, совершающему плоскопараллельное движение?

7.1 $a_A^n = w^2 \cdot OA$. 7.2 $a_A^n = w \cdot OA^2$.

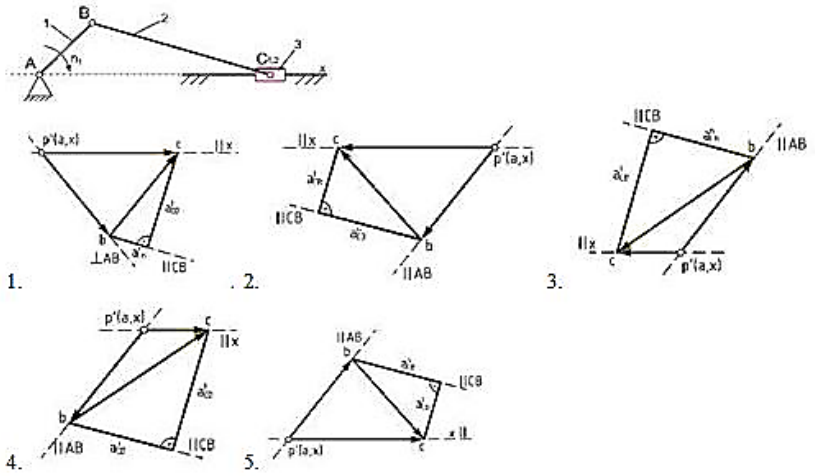
7.3 $a_A^n = w^2 \cdot OA^2$

8 По какой формуле определится масштаб скоростей при графическом дифференцировании?

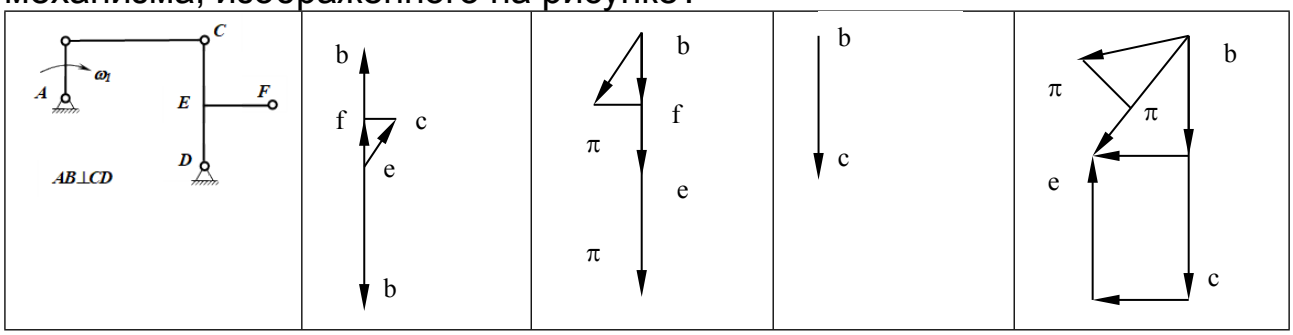
8.1. μV = μS / (μt·H) 8.2 . μV = μS / μt 8.3 . μV = μt / (μS·H)

8.4 μV = μS / H.

9 Какой из приведенных планов ускорений правильно построен для механизма, изображенного на рисунке?



10 Какой из приведенных планов ускорений построен для механизма, изображенного на рисунке?



10.1. 10.2. 10.3. 10.4

11. Какие силы являются внутренними для механизма в целом?

11.1 Движущие силы. 11.2 Силы полезного сопротивления.

11.3 Силы вредного сопротивления. 11.4 Силы тяжести.

11.5 Силы взаимодействия звеньев.

12. Как направлена сила взаимодействия двух звеньев без учета трения?

12.1 По касательной к их поверхности.

12.2 По нормали к их поверхностям.

12.3 По направлению вектора ускорения.

12.4 Противоположно вектору ускорения.

13. Для чего используется рычаг Жуковского?

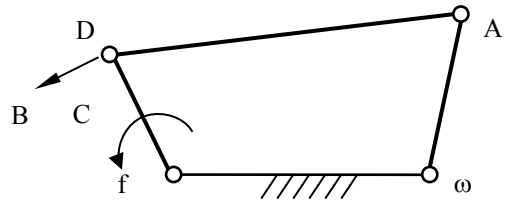
13.1 Для определения величины уравновешивающей силы.

13.2 Определения направления неизвестной силы.

13.3 Определения точки приложения неизвестной силы.

13.4 Подъема грузов.

14. От чего не зависит уравновешивающая сила?



14.1 От положения механизма.

14.2 От силы полезного сопротивления.

14.3 От отношения скоростей.

14.4 От масштаба плана скоростей μV.

15 По какой формуле определится величина мощности, затрачиваемой на преодоление сил трения в поступательной паре?

15.1 $P = R_{ij} \cdot f \cdot V^2$. 15.2 $P = R_{ij} \cdot f \cdot r \cdot \omega$.

15.3 $P = R_{ij} \cdot f \cdot V$. 15.4 $P = R_{ij} \cdot f \cdot r \cdot \omega^2$.

16. По какой формуле определится величина момента, приложенного к звену ВС, при перенесении его на рычаг Жуковского?

16.1 $M' = \pm M \frac{bc}{l_{BC}}$. 16.2 $M' = \pm M (\frac{bc}{l_{BC}})^2$. 16.3 $M' = \pm M \frac{l_{BC}}{bc}$.

16.4 $M' = \pm M \frac{bc}{l_{AB}}$. 16.5. $M' = \pm M^2 \frac{bc}{l_{BC}}$.

17. Как направлена скорость точки ведущего звена, совершающее вращательное движение?

17.1. Перпендикулярно звену по направлению вращения;

17.2 Перпендикулярно звену против направления вращения;

17.3 Параллельно звену.

18. Какая наука изучает структуру, кинематику и динамику механизмов и машин, в связи их анализом и синтезом

18.1 Теория механизмов и машин

18.2 Теоретическая механика

18.3 Аналитическая динамика и теория колебаний
18.3 Физика
18.4 Динамика и прочность машин.

19. Число степеней свободы твердого тела в пространстве равно
19.1 - 6, 19.2 – 4, 19.3 – 12, 19.4 – 3, 19.5 Сколь угодно.

20 Кинематическая цепь, звенья которой входят только в одну пару пятого класса называется
20.1 Плоской открытой
20.2 Плоской закрытой
20.3 Открытой пространственной
20.4 Закрытой пространственной

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

1 Устный опрос на лекции

Длительность устного опроса составляет 5 – 10 минут.

Тема 1. Основные понятия и классификация роботов и манипуляционных систем.

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Назовите области применения роботов- манипуляторов.
2. Назовите основные классификационные признаки промышленных роботов.
3. Проведите классификацию промышленных роботов по основным классификационным признакам.
4. Каковы технические характеристики промышленных роботов?
5. Какое управление ПР называется позиционным?
6. Какое управление ПР называется цикловым?
7. Какое управление ПР называется контурным?
8. Какие кинематические пары в основном используются в структуре манипуляторов и почему?

Тема 2. Структурная и кинематическая классификация манипуляционных устройств робототехнических систем

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Дайте определения основным понятиям структуры манипуляционных систем: манипулятор, кинематическое звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, разомкнутая и замкнутая кинематические цепи.
2. Приведите классификацию кинематических пар по классам и типам движения.
3. Приведите классификацию робототехнических систем по переносным степеням подвижности.

4. Приведите классификацию робототехнических систем по ориентирующим степеням подвижности.

5. Какие системы координат используются при описании движения робота?

6. Приведите схемы роботов, работающих в наиболее используемых в робототехнике системах координат.

7. Назовите наиболее распространенные в технике схемы манипуляторов роботов.

8. Дайте я кинематическим парам, входному и выходному звену.

Тема 3. Определение взаимного положения последовательно соединенных звеньев манипуляционных систем.

Перечень вопросов для устного опроса:

1. С помощью каких параметров определяется положение схвата манипуляторов в инерциальной системе координат?
2. Что принято называть инерциальной системой координат?
3. Какова постановка прямой задачи кинематики манипуляторов роботов?
4. Какова постановка обратной задачи кинематики манипуляторов роботов?
5. С какой целью в кинематике роботов используют однородные координаты?
6. Поясните составляющие системы формул для преобразования координат.
7. Каким образом осуществляется переход к матричному представлению формул для преобразования координат?
8. Как осуществляется переход от от i-й к (i-1)-й системе координат.

Тема 4 Решение прямой задачи кинематики при позиционном управлении.

Перечень вопросов для устного опроса:

1. В каких случаях и какие параметры кинематических пар выступают в роли обобщенных координат?
2. Каким образом составляется таблица кинематических пар манипулятора?
3. Приведите последовательность расчета положения схвата в абсолютном пространстве на основе матриц перехода 4x4.
4. С помощью каких элементов результирующей матрицы определяется положение схватов в пространстве?
5. Каким образом можно определить положение в пространстве промежуточных звеньев манипулятора относительно стойки?
6. Каким образом можно определить положение одного промежуточного звена относительно другого промежуточного звена?

7. Каким образом решается прямая задача кинематики – рассчитывается закон движения схвата в инерциальной системе координат – по известным законам движения по обобщенным координатам?

Тема 5. Определение абсолютных скоростей точек звеньев манипулятора.

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Каким образом можно использовать результирующую матрицу положения схвата в пространстве для определения его абсолютных скоростей?
2. Запишите матрицы дифференцирования для вращательной и поступательной кинематических пар.
3. Запишите итоговые формулы для расчета скоростей для вращательной и поступательной кинематических пар.
4. Запишите формулу для расчета абсолютной линейной скорости схвата.
5. Сформулируйте порядок решения обратной задачи.

Тема 6. Исследование динамики манипуляционных систем с последовательной кинематикой на основе уравнений Лагранжа 2-го рода.

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Поясните алгоритм решения задач динамики манипуляторов на основе уравнения Лагранжа 2-го ряда.
2. Поясните порядок решения примера динамического анализа и синтеза двухзвенного шарнирного манипулятора.
3. Каковы особенности манипуляторов с параллельной кинематикой?
4. Каков порядок назначения систем координат, связанных со схватом и неподвижной платформой?
5. Каким образом реализуются степени подвижности в манипуляторах с параллельной кинематикой?
6. Поясните кинематический смысл каждой из пяти матриц перехода, используемых для расчета центров шарниров подвижной платформы.

Тема 7. Проектирование манипуляторов.

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Основные элементы манипуляторов.
2. Структура промышленного робота- манипулятора.
3. Функциональное назначение манипулятора.
4. Функциональная схема промышленного робота- манипулятора.
5. Обозначения кинематических пар.
6. Прямоугольная и полярная системы координат.

7. Функциональная схема механической системы промышленного робота.

8. Приводы промышленного робота- манипулятора.

9. Требования к приводам промышленного робота- манипулятора.

3 Тестирование по результатам освоения лекционного (теоретического) материала и самостоятельной работы

Тестирование (компьютерное в СУО СибГИУ или бланковое) проводится для определения степени усвоения теоретического и лекционного материала, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся.

Перечень вопросов для тестирования:

Выберите один правильный ответ

1. К основным промышленным роботам относятся:

1.1 транспортные, сварочные;

1.2 сварочные, сборочные, окрасочные, механообрабатывающие;

1.3 механообрабатывающие, транспортные;

1.4 транспортные, паллетирующие, комбинированные.

Вставьте пропущенное слово в виде существительного в единственном числе в именительном падеже

2. _____ это совокупность РТК, связанных между собой транспортными средствами и системой управления, или нескольких единиц технологического оборудования, обслуживаемого одним или несколькими ПР для выполнения операций в принятой технологической последовательности.

2.1 роботизированный модуль;

2.2 участок;

2.3 технологическая линия;

2.4 цех.

Выберите один правильный ответ

3. В роботизированные комплексы (РТК) и роботы могут использоваться для:

3.1 доставки и установки-снятия заготовок;

3.2 смены инструмента, установки-снятия заготовок;

3.3 доставки и установки-снятия заготовок, смены инструмента;

3.4 тановки-снятия заготовок и удаления стружки.

Выберите один правильный ответ

4. Для обслуживания токарных станков могут быть использованы производственные роботы (ПР)

4.1 напольные;

4.2 навесные и подвесные;

4.3 подвесные и напольные;

4.4 напольные, навесные, подвесные.

5. Воспроизведите правильную последовательность (значимость) критериев по требованию круговой компоновки с напольными ПР.

1	
2	
3	
4	

а) меньшая материалоемкость, а также простота проведения профилактических работ и ремонта;

б) меньшая занимаемая площадь;

в) меньшая материалоемкость;

г) меньшая стоимость.

Вставьте пропущенное слово в виде существительного в единственном числе в именительном падеже

6. Робот-манипулятор это - _____

а) устройство для управления транспортом;

б) автоматизированный механизм для выполнения манипуляций с объектами;

в) программа для расчета чисел;

г) средство связи.

Выберите один правильный ответ

7. Что является основной функцией промышленного робот-манипулятора

7.1 передача данных;

7.2 сборка и перемещение объектов;

7.3 измерение температуры;

7.4 освещение рабочего пространства.

8. Распределите разновидностью приводов для роботов-манипуляторов в последовательности наибольшего применения.

1	
2	
3	
4	

а) механические;

б) пневматические;

в) электрические;

г) сочетание трех перечисленных.

Вставьте пропущенные слова в виде существительного и прилагательного в единственном числе в именительном падеже

9. Степень свободы манипулятора определяет - _____

а) количество приводов;
б) число осей вращения и движения;
в) размеры манипулятора;
г) тип используемого материала.

Выберите один правильный ответ

10. Какое промышленное применение имеет робот-манипулятор на производстве

10.1 оформление документов;
10.2 сборка и упаковка изделий;
10.3 написание программ;
10.4 проверка бухгалтерии.

Выберите два правильных ответа

11. Что из перечисленного является преимуществом использования робот-манипуляторов

11.1 увеличение времени на выполнение операций;
11.2 снижение уровня производительности;
11.3 минимизация ошибок и повышение точности;
11.4 усложнение процесса управления.

Вставьте пропущенные слова в виде существительного и прилагательного в единственном числе в именительном падеже

12. _____ - это устройство, используемое для управления роботами-манипуляторами

а) компьютер;
б) системные датчики;
в) мобильный телефон;
г) пульт управления.

Выберите один правильный ответ

13. Как называют техническое устройство, предназначенное для воспроизведения рабочих функций рук человека

13.1 механизмом;
13.2 манипулятором;
13.3 передачей.

Распределите перечисленные приемы решения, которые относятся к прямой и обратной задаче кинематики

Прямая задача	
Обратная задача	

а) определение положение одного звена по отношению к другому;
б) определение траектории движения схвата в пространстве;
в) анализ траектории схвата;
г) определении значений обобщенных координат манипулятора по заданному положению схвата;

д) определение числа степеней подвижности;

Выберите один правильный ответ

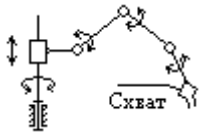
14. Как называются промышленные роботы с автоматическим управлением и изменяемой программой, используемые в производстве

14.1 механизмами;

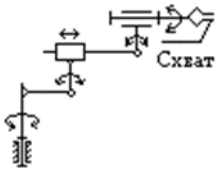
14.2 манипуляторами;

14.3 передачами.

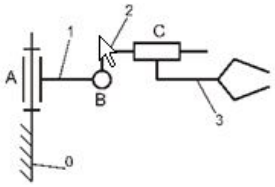
15. Определите и обоснуйте число степеней свободы схвата манипулятора



16. Определите и обоснуйте число степеней свободы схвата манипулятора

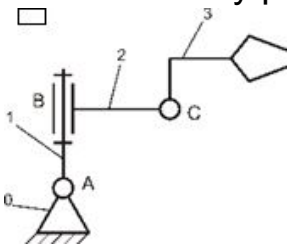


17. Определите и обоснуйте число степеней свободы манипулятора



Выберите один правильный ответ

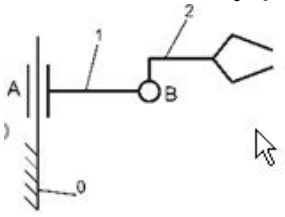
18. Чему равно число степеней свободы манипулятора



18.1 W = 3 18.1 W = 4 18.1 W = 5 18.1 W = 2 18.1 W = 1

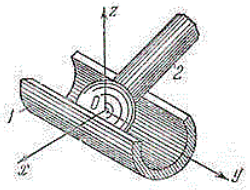
Выберите один правильный ответ

19. Чему равно Число степеней свободы манипулятора равно

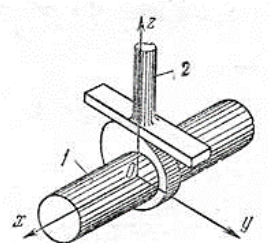


19.1 W = 4 19.1 W = 6 19.1 W = 1 19.1 W = 5 19.1 W = 3

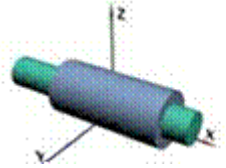
20 Определите класс кинематической пары.

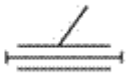


21 Определите класс кинематической пары.



22 Определите класс кинематической пары.





22.1
2 класс

22.2
3 класс

22.3
4 класс

22.4
Класс пары определить невозможно

Вставьте пропущенные слова в виде существительного и прилагательного в единственном числе в именительном падеже

23. Обобщенные координаты есть множество взаимно независимых параметров, которыми определяется _____

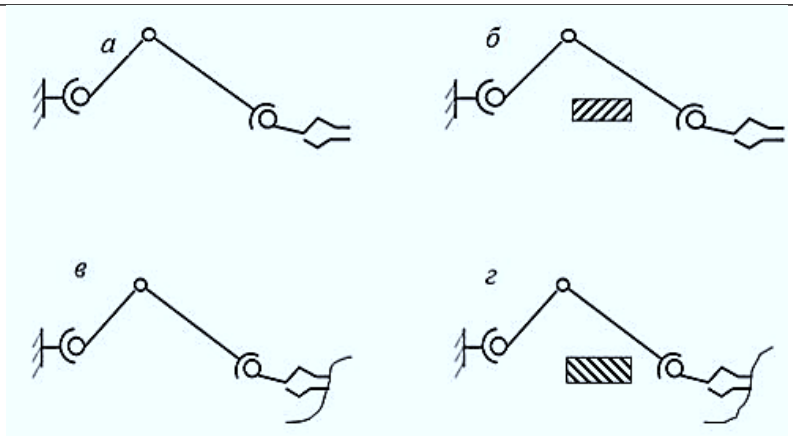
а) положение данного объекта на плоскости;

б) положение данной механической системы относительно заданной системы координат;

в) положение данной механической системы относительно выбранной системы отсчета.

24. Распределите кинематические схемы манипуляторов, содержащих сочетания кинематических пар по принципу движения захвата:

в свободном рабочем объеме	
в несвободном рабочем объеме	
в несвободное манипулирование	
при несвободном объекте манипулирования	



Выберите один правильный ответ

25 Консервативная механическая система с одной степенью свободы имеет устойчивое положение равновесия при значении обобщенной координаты ***q=2***. Зная, что потенциальная энергия системы является квадратичной формой, а в положении равновесия ее значение равно **П = 3**, функция, определяющая потенциальную энергию, имеет вид...

25.1. $\boldsymbol{П = q^2 - 4q + 3}$

25.2. $\boldsymbol{П = q^2 - 4q + 7}$

25.3. $\boldsymbol{П = 9q^2 - 36q + 40}$

25.4. $\boldsymbol{П = q^2 - q + 3}$

4 Выполнение практических работ

При освоении раздела «Проектирование манипуляторов» планируется проведение практических работ по темам, предусмотренным программой учебной дисциплины.

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры заданий.

Раздел 1 Знакомство с основными понятиями и классификацией роботов и манипуляционных систем

Темы:

1. Промышленные манипуляторы, роботы. Основные понятия, определения классификация.

2. Структура промышленные роботов-манипуляторов.

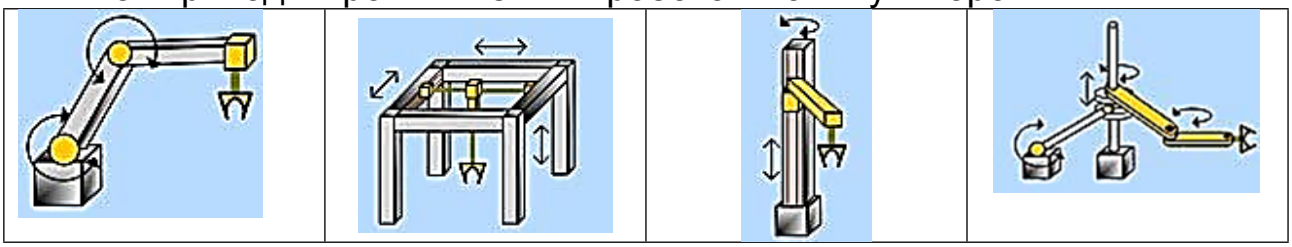
3. Захватные устройства роботов-манипуляторов.

Раздел 2 Реализация и исследование структуры манипуляционных устройств робототехнических систем

манипуляционных устройств робототехнических систем.

Темы:

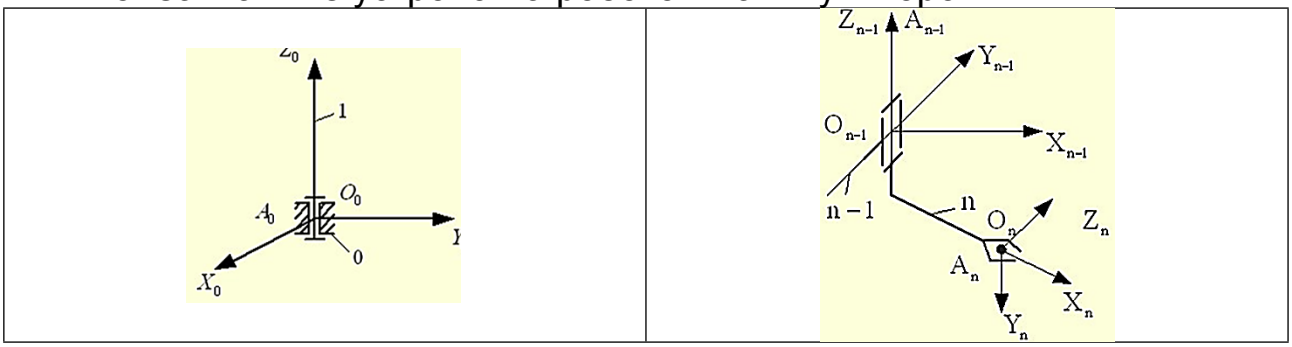
1. Структура промышленных роботов-манипуляторов.
2. Функциональные назначения роботов-манипуляторов.
3. Приводы промышленных роботов-манипуляторов.



Раздел 3 Определение взаимного положения последовательно соединенных звеньев манипуляционных систем.

Темы:

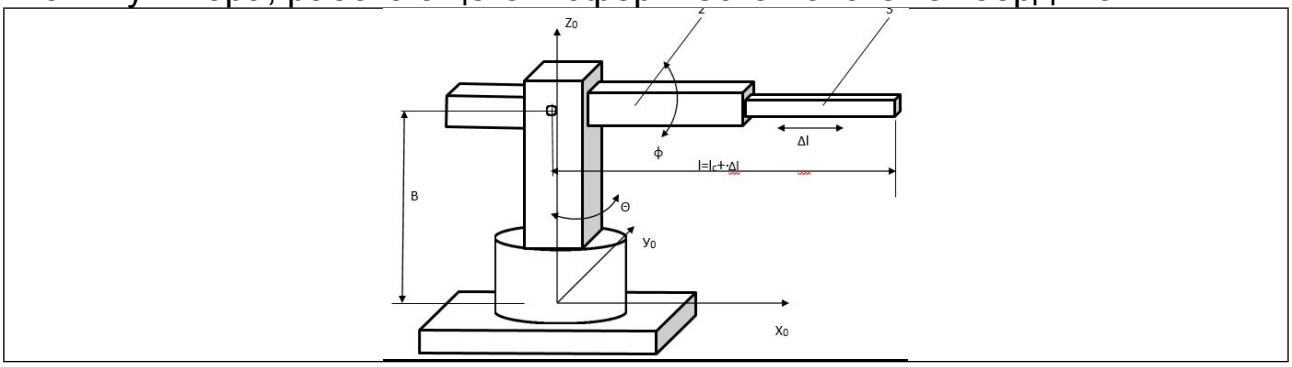
1. Линейная система координат промышленных роботов-манипуляторов.
2. Маневренность манипулятора в зависимости от структурной схемы.
3. Захватные устройства роботов-манипуляторов.



Раздел 4 Знакомство с решением прямой задачи кинематики при позиционном управлении

Тема:

1. Решение прямой задачи кинематики в общем виде для манипулятора, работающего в сферической системе координат

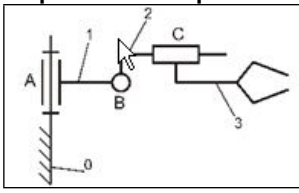


Раздел 5 Знакомство с определением абсолютных скоростей точек звеньев манипулятора

Тема:

1. Определение положения схвата и любого другого звена манипулятора в пространстве, т.е. определить координаты их характерных точек и ориентацию как функцию времени.

2. Определение положения схват по заданной в пространстве и времени траектории.



Определить траектории звеньев манипулятора и схвата при позиционном управлении

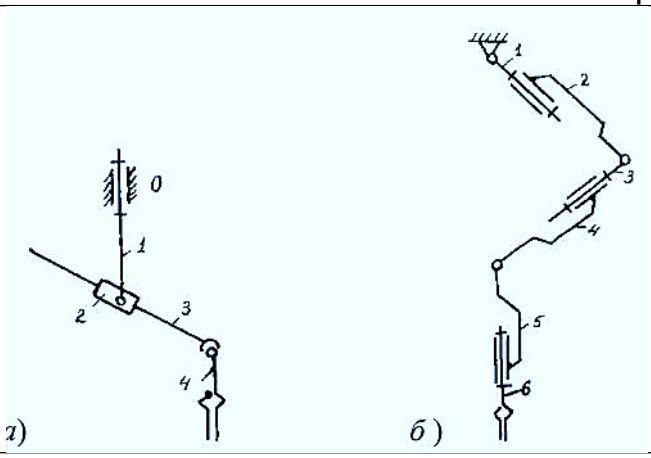
Раздел 6 Реализация задачи проектирования манипуляторов и манипуляционных устройств робототехнических систем

Темы:

1. Функциональная схема системы управления роботом.

2. Классификация по числу наложенных связей кинематических пар.

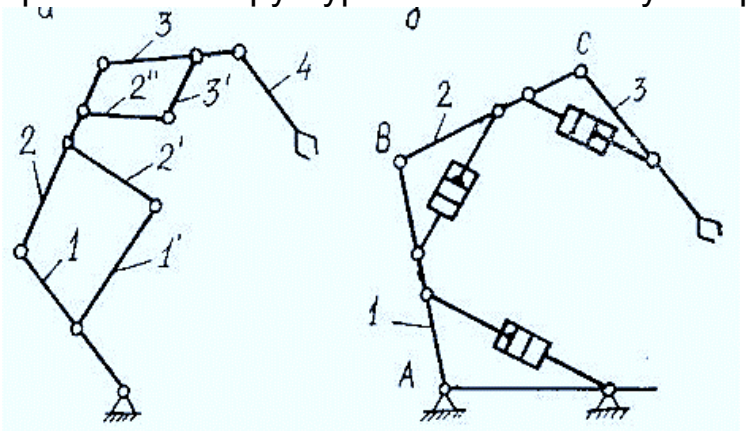
3. Варианты замены высших кинематических пар низшими.



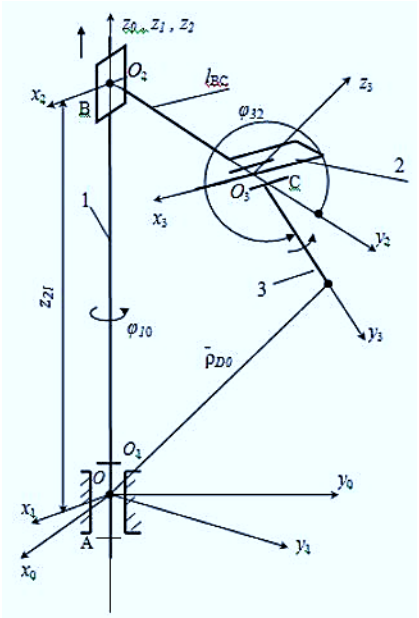
Раздел 7. Реализация задачи проектирования манипуляторов и манипуляционных устройств робототехнических систем

Темы:

1. Принцип образования структурных схем манипуляторов.



2. Определение размеров звеньев манипулятора по заданной зоне обслуживания

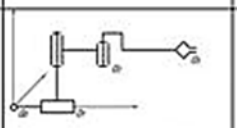
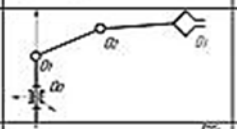
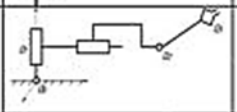
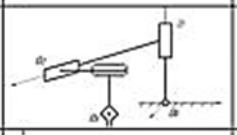
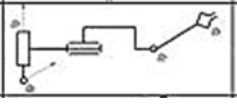


5 Выполнение самостоятельного задания

Раздел 5. Знакомство с определением абсолютных скоростей точек звеньев манипулятора

Задача 1. Определить траектории звеньев манипулятора и схвата при позиционном управлении.

Варианты заданий

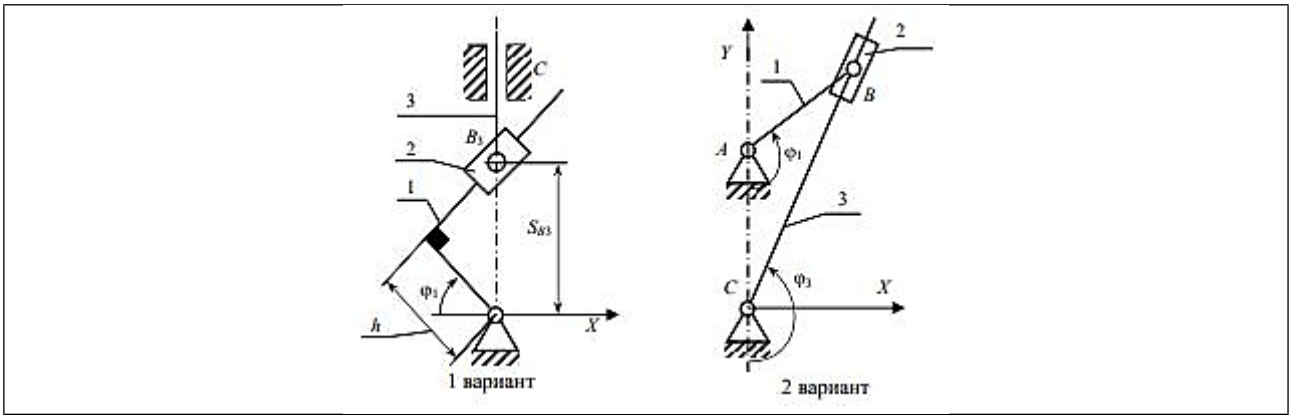
Вариант	Схема	Параметры						
		$q_{1н}$	$q_{2н}$	$q_{3н}$	$q_{1к}$	$q_{2к}$	$q_{3к}$	T_c
1		1,0 м	60°	45°	1,5 м	90°	60°	60
2		30°	45°	60°	45°	90°	90°	45
3		0,8 м	0,5 м	45°	1,2 м	0,2 м	90°	50
4		1,0 м	0,6 м	30°	1,5 м	1,0 м	60°	40
5		0,9 м	30°	45°	1,4 м	90°	90°	45

.

Задача 2. Аналитическое определение положений, скоростей и ускорений звеньев манипулятора.

1 вариант (рисунок 1). Найти выражения для функции положения и аналога скорости точки В3 – точки звена 3 косекансного механизма, совпадающей с точкой В1 звена 1. Ведущее звено 1; положение звена 1

определяется углом φ1, а положение точки В3 – расстоянием В3, S; величина h известна.



2 вариант (рисунок 1). Найти выражение для функции положения кулисы 3 кулисного механизма Витворта. Ведущее звено 1; положения звеньев 1 и 3 определяются углами φ1 и φ3. Размеры АВ и ВС известны.

.....

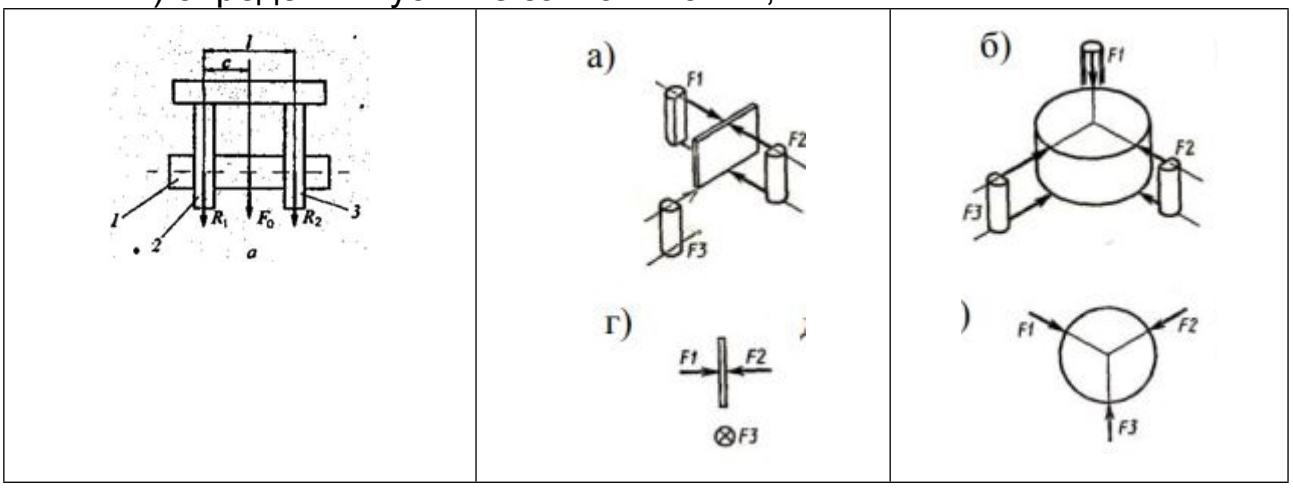
Раздел 7. Реализация задачи проектирования манипуляторов и манипуляционных устройств робототехнических систем

Условие задания:

а) выбирать тип схвата и схему захватывания объекта;

б) определить усилия в местах контакта объекта с рабочими элементами;

в) определить усилие захватывания;



6 Оценивание обучающегося на зачете

Промежуточная аттестация производится на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных фондом оценочных средств по дисциплине.