Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ А.В. Зимин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы мехатроники и робототехники

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
(направленность (профиль): «Промышленная электроника»)

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: daba56d7b892efca3bf5c04ed0251c98b19b099c
Владелец: Директор ИИТиАС Зимин Алексей Валерьевич
Действителен: с 15 января 2025 г. по 10 апреля 2026 г.
Дата и время: 10-03-2026 19:37:25 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– подготовка выпускников к профессиональной деятельности по направленности (профилю) "Промышленная электроника" в рамках направления 11.03.04 - "Электроника и наноэлектроника".

Задачами учебной дисциплины являются:

– формирование у обучающихся компетенций, необходимых для успешного решения задач их профессиональной деятельности.

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) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Энергетическая электроника;
– Физика;
– Информатика;
– Математика;
– Электронная техника;
– Электротехника. Общая часть;
– Электротехника. Специальная часть;
– Прикладное программное обеспечение в электронике;
– Управление техническими системами;
– Схемотехника;
– Основы преобразовательной техники;
– Обработка результатов экспериментальных исследований;
– Основы электропривода;
– Моделирование электронных устройств.

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

– Проектная деятельность 2;
– Преддипломная практика;
– Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

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-2: Способен к проведению предварительных испытаний опытных образцов изделий «система в корпусе»	ПК-2.1 Выбирает средства материально-технического и метрологического обеспечения в соответствии с программой измерений и испытаний	– знать: основные средства материально-технического и метрологического обеспечения в соответствии с программой измерений и испытаний. – уметь: проводить испытания моделей мехатронных систем.
	ПК-8: Способен налаживать, испытывать, проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования используемого для решения различных научно-технических, технологических, производственных задач в области электроники и наноэлектроники	ПК-8.2 Испытывает программные средства для различных электронных изделий	– знать: основные программные сред-ства для проектирования и настройки работы электронных устройств. – уметь: применять основные программные средства для проектирования и настройки работы электронных устройств.
		ПК-8.3 Составляет отчёт по результатам испытаний программных средств	– знать: правила составления отчёта по результатам испытаний про-граммных средств для проектирования и настройки работы электронных устройств. – уметь: составлять отчёт по результатам испытаний программ-ных средств для про-ектирования и настройки работы электронных устройств.

– Универсальные компетенции

Наименование	Код и	Код и наименование	Планируемые

категории (группы) УК	наименование УК	индикатора достижения УК	результаты обучения
Системное и критическое мышление	УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения	– знать: основы проектирования в мехатронике и робототехнике. – уметь: решать простые задачи в мехатронике и робототехнике.

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***	***8 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***324***	*324*
	зачетных единиц	***9***	*9*
Лекции, *академ. час.*		***80***	*80*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***80***	*80*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***146***	*146*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***18***	*18*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Элементы мехатронных систем (Анализ компоновок мехатронных систем. Производительность и топология мехатронных систем. Оценка надежности мехатронных систем. Анализ механической части мехатронных систем. Логические операции в пневмоавтоматике. Основы построения циклических пневмосистем);

Раздел 2 Мехатронные модули (Анализ динамики электрических модулей движения. Анализ динамики электрических модулей движения. Анализ динамики пневматических модулей движения. Пневматические системы циклического действия. Анализ динамики гидравлических модулей движения. Анализ устойчивости работы мехатронных систем);

Раздел 3 Модули робототехнических комплексов (Структурный анализ и синтез робота манипулятора. Анализ кинема-тики манипуляторов. Анализ динамики манипуляторов. Информационные устройства робототехнических комплексов. Захваты манипулятора);

Раздел 4 Управление робототехническими комплексами (Основные принципы управления робототехническими системами. Методы оптимального управления. Нечеткая логика управления. Нейронные структуры управления).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Элементы мехатронных систем	16	
Раздел 2.	Мехатронные модули	20	
Раздел 3.	Модули робототехнических комплексов	24	
Раздел 4.	Управление робототехническими комплексами	20	
Итого:		**80**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Элементы мехатронных систем	16	
Раздел 2.	Мехатронные модули	20	
Раздел 3.	Модули робототехнических комплексов	24	
Раздел 4.	Управление	20	

	робототехническими комплексами		
Итого:		**80**	**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 теоретического материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	36	
Раздел 2.	1. Изучение теоретического материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	36	
Раздел 3.	1. Изучение теоретического материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	36	
Раздел 4.	1. Изучение теоретического материала;	38	

	2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.		
Контроль	*Подготовка к экзамену*	18	
Итого:		**164**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-2; ПК-8; УК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-2; ПК-8; УК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-2; ПК-8; УК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 4.	ПК-2; ПК-8; УК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Экзамен.	ПК-2; ПК-8; УК-1	1. 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:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
10	не менее 6	зачтено
5	-	не зачтено

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

– 8 – 10 баллов – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 6 – 7 баллов – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– менее 6 баллов – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

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);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

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

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений 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 проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
10	не менее 8	отлично
7	не менее 6	хорошо
5	не менее 14	удовлетворительно
3	–	неудовлетворительно

12.2.3 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.

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).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

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: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: экзамен на основе результатов текущего контроля.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Лозовецкий, В. В. Робототехнические комплексы — средства автоматизации технологических процессов и производств лесной промышленности : учебник для вузов / В.В. Лозовецкий, Е.Г. Комаров. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 568 с. – ISBN 978-5-

8114-6943-7. – URL: https://e.lanbook.com/book/153691 (дата обращения: 05.02.2026);

2 Пахомова, Л. В. Промышленные роботы и робототехнические системы : учебное пособие. – Новосибирск : СГУВТ, 2022. – 78 с. – ISBN 978-5-8119-0933-9. – URL: https://e.lanbook.com/book/293405 (дата обращения: 05.02.2026);

3 Серебряков, А. С. Автоматика : учебник и практикум для вузов / А.С. Серебряков, Д.А. Семенов, Е.А. Чернов. – 2-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 476 с. – ISBN 978-5-534-15043-8. – URL: https://urait.ru/bcode/536505 (дата обращения: 05.02.2026);

4 Степыгин, В. И. Подъемно-транспортные установки. Проектирование : учебное пособие для вузов / В.И. Степыгин, Е.Д. Чертов, С.А. Елфимов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 271 с. – ISBN 978-5-534-13284-7. – URL: https://urait.ru/bcode/543027 (дата обращения: 05.02.2026);

5 Архипов, М. В. Промышленные роботы: управление манипуляционными роботами : учебное пособие для спо / М.В. Архипов, М.В. Вартанов, Р.С. Мищенко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 170 с. – ISBN 978-5-534-13082-9. – URL: https://urait.ru/bcode/542921 (дата обращения: 05.02.2026);

6 Джамай, В. В. Прикладная механика : учебник для вузов / В.В. Джамай, Е.А. Самойлов, А.И. Станкевич, Т.Ю. Чуркина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2023. – 360 с. – ISBN 978-5-534-14640-0. – URL: https://urait.ru/bcode/510780 (дата обращения: 05.02.2026);

7 Шишмарёв, В. Ю. Автоматика : учебник для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 280 с. – ISBN 978-5-534-08429-0. – URL: https://urait.ru/bcode/539888 (дата обращения: 05.02.2026).

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 20 компьютерами и интерактивной доской (перечислить оборудование и технические средства обучения);
- 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) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Составитель(и):

старший преподаватель Богдановская Татьяна Вениаминовна (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Руководитель проектов
отдела по внедрению АСУ ТП
РИЦ АСУТП «Сибирь
ООО «ЕвразТехника»
должность, степень, звание
представителя работодателя



Д. Г. Чудинов
инициалы, фамилия

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. Носителем электрического заряда может являться
а) электрон;
б) протон:
в) нейтрон;
г) ион;
д) дырка

2. Единицей измерения электрического заряда является
а) браслет;
б) кулон;
в) ожерелье;
г) амулет

3. Единицей измерения электрической проводимости служит
а) Вольт;
б) Сименс;
в) Ампер;
г) Ом

4. Прибор, предназначенный для измерения силы тока в цепи, называется
а) вольтметром;
б) амперметром;
в) ваттметром;
г) омметром

5. Как изменится сопротивление проводника, если его длину и диаметр увеличить в два раза
а) не изменится;
б) уменьшится в два раза;
в) увеличится в два раза

6. Какое поле возникает вокруг движущихся электрических зарядов
а) магнитное;
б) электрическое;
в) электромагнитное

7. Как включаются в электрическую цепь амперметр и вольтметр

а) амперметр последовательно с нагрузкой, вольтметр параллельно нагрузке;
б) амперметр и вольтметр последовательно с нагрузкой;
в) амперметр и вольтметр параллельно нагрузке

8. Уравнение равновесия электрического моста
а) R1*R4=R2*R3;
б) R1+R4=R2+R3;
в) R1-R4=R2-R3

9. Решите систему уравнений

$$\begin{cases} x - 2y = 8 \\ 2x + y = 1 \end{cases}$$

а) (2;3);
б) (2; -3);
в) (3;2)

10. Программное обеспечение – это:
а) совокупность программ, программной документации и средств программирования.
б) совокупность документов, обеспечивающих пользователя всей необходимой информацией о назначении, правилах и условиях применения программ.
в) совокупность языков программирования и программных средств, используемых для создания программ.

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

Раздел 1 Структура и принципы построения мехатронных систем и робототехнических комплексов

1 Устный (письменный) опрос на лекции

Перечень вопросов для устного (письменного) опроса:

1. Каковы предпосылки развития мехатроники?
2. Каковы области применения мехатронных систем?
3. Каково определение механической части мехатронной системы?
4. Каково определение электронной части мехатронной системы?
5. Каково определение устройству компьютерного управления?
6. Какова структура и основные составляющие мехатронных модулей?

7. Какие принципы построения мехатронных систем вы знаете?

8. Какие принципы интеграции мехатронных систем вы знаете?

9. Каково назначение мехатронных модулей движения?

10. Какова классификация типов механического движения по функциональному назначению?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Мехатроника – это

А) синергетическое сочетание точной механики, электронных систем управления и информационных технологий для проектирования, производства и эксплуатации интеллектуальных автоматических систем;

Б) наука о взаимодействии электронов с электромагнитными полями и о методах создания электронных приборов и устройств, в которых это взаимодействие используется для преобразования электромагнитной энергии для передачи, обработки и хранения информации;

В) наука о механическом движении материальных тел и происходящих при этом взаимодействиях между телами

2. Совокупность связанных между собой мехатронных объектов, предназначенная для осуществления действий, определяемых общим целевым назначением - это...

А) мехатронный комплекс;

Б) мехатронный модуль;

В) мехатронный узел

3. Уровни управления в МС

А) интеллектуальный, стратегический, тактический, исполнительный тактический, исполнительный, управляющий, командный;

Б) аналоговый, непрерывный, электрический

4. Интеллектуальный уровень – его назначение

А) для планирования движений мехатронной системы;

Б) преобразование команд управления движением, поступающих со стратегического уровня управления, в программу управления;

В) принятие решений о движении механической системы в условиях неполной информации о внешней среде и объектах работ

5. Исполнительный уровень – его назначение

А) расчет и выдача управляющих сигналов на блок приводов мехатронной системы в соответствии с программой управления;

Б) преобразование команд управления движением, поступающих со стратегического уровня управления, в программу управления;

В) принятие решений о движении механической системы в условиях неполной информации о внешней среде и объектах работ

6. Принятие решений о движении механической системы в условиях неполной информации о внешней среде и объектах работ - это

А) Тактический уровень;

Б) Стратегический уровень;

В) Интеллектуальный уровень

7. Тактический уровень …..

А) выполняет преобразование команд управления движением, поступающих со стратегического уровня управления, в программу управления, которая определяет законы согласованного движения во времени всех звеньев механического устройства с учетом технических характеристик блока приводов;

Б) выдает информацию о плане движения и целях управления в форме команд управления движением4

В) принимает решения о движении механической системы в условиях неполной информации о внешней среде и объектах работ

8. К детерминированным относятся среды ...

А) которые содержат различное основное и вспомогательное оборудование, технологическую оснастку и объекты работ;

Б) для которых параметры возмущающих воздействий и характеристики объектов работ могут быть заранее определены с необходимой для проектирования МС степенью адекватности;

В) у которых не все параметры известны заранее

9. Задача мехатроники состоит в

А) переносе функциональной нагрузки от механических узлов к интеллектуальным компонентам

Б) глубокой взаимосвязи механических, электронных и компьютерных элементов

В) интеграции знаний из обособленных областей, как механика и компьютерное управление, информационные технологии и микроэлектроника

10. Мехатронная система – это

А) предмет (изделие), представляющий собой машину с компьютерным управлением, самостоятельно функционирующую в соответствии с целевым назначением;

Б) множество механических, процессорных, электронных и электротехнических компонентов, находящихся в связях друг с другом;

В) мехатронное устройство, состоящее из интегрированного сочетания нескольких элементов, оформленное конструктивно как самостоятельное изделие и выполняющее определенную функцию

3 Выполнение практических работ

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

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Анализ структурных компоновок мехатронных систем»

Задание

Из двух конкурирующих вариантов структурно-компоновочных решений АЛ, реализация каждого из которых обеспечивает заданные требования качества изделий и производственную программу, необходимо выбрать один, который имел бы минимальные показатели неполных приведенных затрат на реализацию. Сведения об альтернативных вариантах компоновок АЛ приведены в таблице 1.6, вариант задания назначает преподаватель.

Таблица 1.6 – Исходные данные для выполнения индивидуального задания

№ вар. задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
q_1	9	10	7	7	8	10	8	8	7	8	8	7	9	8	10
n_{y1}	3	2	2	3	1	3	2	3	1	4	1	1	4	3	4
m_1	1	0	3	2	2	4	1	1	5	2	5	3	0	1	2
№ станции, где есть станок дублер	2	-	2,3,3	2,3	2,3	1,2	2	2	1,2,3	2,3	2,3,4	2,3,4	-	2	2,5
Производительность, шт./смену	560	770	480	475	420	890	455	475	475	485	465	565	985	785	695
q_2	7	6	8	7	8	8	8	8	7	10	9	7	7	6	9
n_{y2}	2	3	1	2	1	4	2	4	2	3	3	2	2	3	4
m_2	2	3	2	3	3	6	2	1	2	4	2	2	3	2	3
№ станции, где есть станок дублер	2,3	2,3,4	2,3	2,3,3	2,3,3	1,2,3	2,3	2	2,5	2,3,4,5	2,3	2,3	2,3,4	3,4	2,3,5
Производительность, шт./смену	545	780	460	480	442	880	475	485	465	495	475	575	990	775	705
Заданный диапазон производительности (Q_{min}-Q_{max}), шт./смену	540 -565	760 - 780	460 - 485	470-490	415-445	875-895	450-480	470-490	460-480	480-500	460-480	560-580	980-995	770-790	690-710
Сложность АЛ	Пр	Ср	Сл	Ср	Пр	Сл	Ср	Ср	Ср	Сл	Ср	Пр	Ср	Пр	Сл

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Производительность и топология мехатронных систем»

Задание

Освоить методику проектирования структур МС посредством поиска 2-3 структур автоматизированной линии (АЛ), которые в случае их осуществления обеспечивали бы производство качественной продукции и необходимую производительность АЛ в заданных пределах. Выбор лучшего из альтернативных вариантов структура АЛ осуществить согласно методике, изложенной в описании практического занятия «Анализ структурных компоновок мехатронных систем».

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Оценка надежности мехатронных систем»

Задание

Рассчитать надежность элементов и подсистем систем управления:

1. робототехническим комплексом (рисунок 3.2, схема, а);
2. устройством загрузки-выгрузки заготовок (рисунок 3.2, схема б);
3. гибким производственным модулем (рисунок 3.3, схема в);
4. автоматизированной транспортно-складской системой (АТСС) (рисунок 3.3, 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, используя методику расчета, представленную в пункте 3.2 настоящих методических указаний.

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 3.2; интенсивность отказов остальных вспомогательных устройств – в таблице 3.3. Блок-схему и другие исходные данные, согласно номеру варианта, выбрать по таблице 3.4.

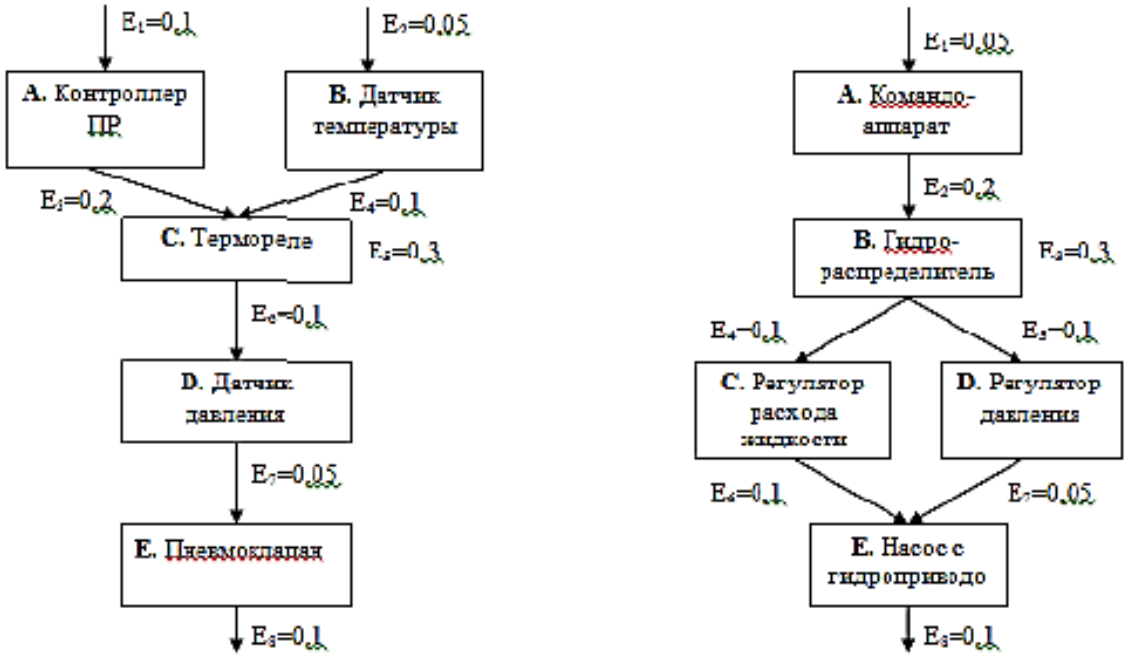


Рисунок 3.2 – Варианты блок-схем подсистем

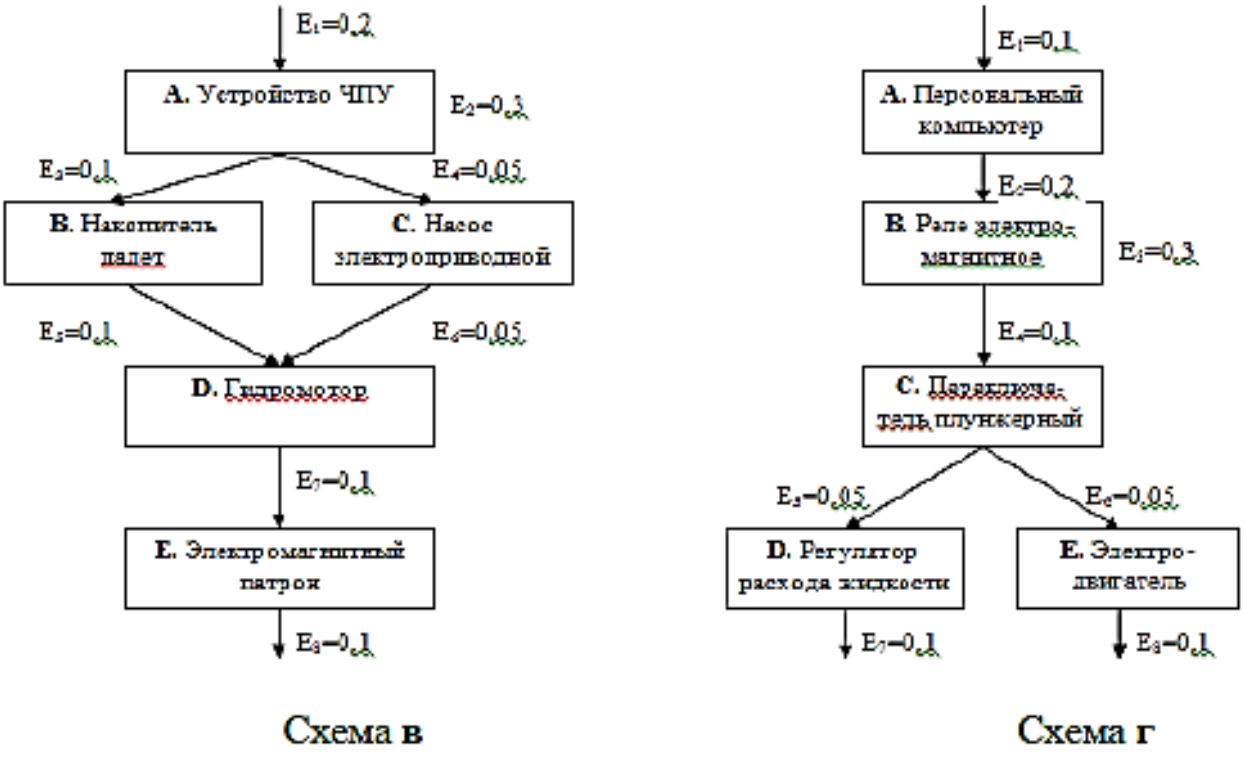


Рисунок 3.3 – Варианты блок-схем подсистем

Таблица 3.2 – Возможные состояния системы

№	Состояние	№	Состояние	№	Состояние	№	Состояние
1	ABCDE	9	A$\overline{B}$CD$\overline{E}$	17	AB$\overline{CDE}$	25	$\overline{AB}$C$\overline{D}$E

2	ABCD$\overline{E}$	10	$\overline{A}$BCD$\overline{E}$	18	A$\overline{B}$C$\overline{DE}$	26	$\overline{ABC}$DE
3	ABC$\overline{D}$E	11	AB$\overline{CD}$E	19	$\overline{A}$BC$\overline{DE}$	27	A$\overline{BCDE}$
4	AB$\overline{C}$DE	12	A$\overline{B}$C$\overline{D}$E	20	A$\overline{BC}$D$\overline{E}$	28	$\overline{ABC}$D$\overline{E}$
5	A$\overline{B}$CDE	13	$\overline{A}$BC$\overline{D}$E	21	$\overline{A}$B$\overline{C}$D$\overline{E}$	29	$\overline{AB}$C$\overline{DE}$
6	$\overline{A}$BCDE	14	A$\overline{BC}$DE	22	$\overline{AB}$CD$\overline{E}$	30	$\overline{A}$B$\overline{CDE}$
7	ABC$\overline{DE}$	15	$\overline{A}$B$\overline{C}$DE	23	A$\overline{BCD}$E	31	$\overline{ABCD}$E
8	AB$\overline{C}$D$\overline{E}$	16	$\overline{AB}$CDE	24	$\overline{A}$B$\overline{CD}$E	32	$\overline{ABCDE}$

Таблица 3.3 – Интенсивность отказов вспомогательных устройств

Наименование устройства	Интенсивность отказов $\lambda \times 10^{-6}$,ч		
	Максимальная (max)	Средняя (med)	Минимальная (min)
Датчики: – давления – температуры	 6,60 6,40	 3,50 3,30	 1,70 1,50
Патрон электромагнитный	3,73	2,60	1,47
Насосы: – с электроприводом – с гидроприводом	 27,4 45,0	 13,5 14,0	 2,90 6,40
Накопитель паллет	31,5	12,5	3,33
Пневмоклапан	0,12	0,075	0,048
Регуляторы: – расхода жидкости – давления	 5,54 5,26	 2,14 2,03	 0,70 0,65
Гидрораспределитель	0,031	0,020	0,011
Гидромотор	0,091	0,040	0,020
Реле электромагнитное	0,50	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 3.4 – Исходные данные к практическому занятию

№ вар.	Схема (рисунки 3.2, 3.3)	Интенсивность отказов вспомогательных устройств			
		Вспомогательные устройства			
		B	C	D	T
1	Схема а	min	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	min
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
29	Схема г	min	med	min	med
30				min	max
31				min	min
32				med	med

Раздел 2 Мехатронные модули

1 Устный (письменный) опрос на лекции

Перечень вопросов для устного (письменного) опроса:

1. Какие классификационные признаки мехатронных модулей по конструктивным признакам вы знаете?
2. Какие преобразователи движения вы знаете?
3. Каково назначение пневмоприводов?
4. Каков принцип действия модулей движения?
5. Уравнениями каких типовых звеньев описываются процессы в пневмоприводах?
6. Какими показателями в общем случае характеризуется переходный процесс в системах пневмоприводов?
7. Каково назначение гидроприводов?
8. Уравнениями каких типовых звеньев описываются процессы в гидроприводах?
9. Уравнениями каких типовых звеньев описываются процессы в электроприводах?
10. Как влияет нелинейное звено на характеристики системы в установившемся и переходном режимах?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Мехатронный модуль – это

А) функциональная часть мехатронного устройства, предназначенная для выполнения действий по сигналам от системы управления;

Б) мехатронный узел (устройство), состоящее из интегрированного сочетания нескольких элементов, оформленный конструктивно как самостоятельное изделие и выполняющий определенную функцию в различных мехатронных объектах;

В) совокупность связанных между собой мехатронных объектов, предназначенная для осуществления действий, определяемых общим целевым назначением

2. Мехатронные модули первого уровня представляют собой объединение:

А) двух компонентов; - (мотор-редуктор)

Б) трех компонентов;

В) четырех компонентов.

3. К какому уровню построения относятся средства комплексной автоматизации производства такие как конвейер и транспортер?

А) первого уровня; (конвейер, транспортер, поворотный стол)

Б) второго уровня;

В) третьего уровня.

4. Мехатронные модули второго уровня отличаются наличием в них:

А) механических устройств;

Б) электротехнических устройств;

В) электронных устройств;

Г) всех трех.

5. Мехатронные модули третьего уровня отличаются наличием в них:

А) электротехнических элементов;

Б) микропроцессорных элементов;

В) энергетических элементов.

6. Множество механических, процессорных, электронных и электротехнических компонентов, находящихся в связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство – это

А) мехатронный объект;
Б) мехатронный модуль;
В) исполнительный орган;
Г) мехатронная система;
Д) рабочий орган;
Е) мехатронный комплекс.

7. Предмет (изделие), представляющий собой машину с компьютерным управлением как мехатронную систему устройств, самостоятельно функционирующую в соответствии с целевым назначением - это

А) мехатронный объект;
Б) мехатронный модуль;
В) исполнительный орган;
Г) мехатронная система;
Д) рабочий орган;
Е) мехатронный комплекс.

8. Мехатронный узел (устройство), состоящее из интегрированного сочетания нескольких элементов, оформленный конструктивно как самостоятельное изделие и выполняющий определенную функцию в различных мехатронных объектах – это

А) мехатронный объект;
Б) мехатронный модуль;
В) исполнительный орган;
Г) мехатронная система;
Д) рабочий орган;
Е) мехатронный комплекс.

9. Функциональная часть мехатронного устройства, предназначенная для выполнения действий по сигналам от системы управления - это

А) мехатронный объект;
Б) мехатронный модуль;
В) исполнительный орган;
Г) мехатронная система;
Д) рабочий орган;
Е) мехатронный комплекс.

10. Совокупность связанных между собой мехатронных объектов, предназначенная для осуществления действий, определяемых общим целевым назначением – это

А) мехатронный объект;
Б) мехатронный модуль;

В) исполнительный орган;
Г) мехатронная система;
Д) рабочий орган;
Е) мехатронный комплекс.

3 Выполнение практических работ

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

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Анализ динамики пневматических модулей движения»

Задание

Провести визуальное моделирование схема силовой части пневмопривода с дроссельным регулированием в Simulink построив переходный процесс при единичном воздействии по входу:

1. без дроссельного регулирования;
2. с дроссельным регулированием;
3. с дроссельным регулированием и ООС с коэффициентом равным $\frac{1}{T_n}$.
4. провести исследование с ПИ регулятором и ПД регулятором подобрав оптимальные параметры для качественного переходного процесса.

Дополнительные данные по расчету пневмоприводов размещены в приложении Б методических материалов.

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Анализ динамики гидравлических модулей движения»

Задание

Провести визуальное моделирование в Simulink построив переходный процесс при единичном воздействии по входу:

5. без дроссельного регулирования;
6. с дроссельным регулированием;
7. с дроссельным регулированием и ООС с коэффициентом равным $\frac{1}{T_n}$;
8. провести исследование с ПИ регулятором и ПД регулятором подобрав оптимальные параметры.

Определить качество переходных процессов для проведенных экспериментов.

Провести дополнительное исследование для перемещаемых масс:

5. для четных номеров вариантов в 50, 80, 100 и 120 килограммов;

6. для нечетных номеров вариантов в 60, 90, 110 и 130 килограммов.

7. построить график зависимости времени переходного процесса от перемещаемой массы.

8. построить график зависимости перерегулирования от перемещаемой массы

Дополнительные данные по расчету пневмоприводов размещены в приложении Б методических материалов.

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Анализ динамики электрических модулей движения»

Задание

По заданным значениям параметров структурной схемы и виду нелинейного звена (приведены в приложении А методических материалов) необходимо провести моделирование и анализ работы двигателя постоянного тока с тиристорным преобразователем двумя способами: – по структурной схеме при помощи пакета прикладных программ MatLab Simulink; – по системе дифференциальных уравнений, составленных по приведённой структурной схеме и реализованной в среде программирования.

Итогом моделирования является анализ качества переходных процессов скорости и тока. По полученным графикам переходных процессов получить его основные параметры: перерегулирование, время первого согласования, время переходного процесса, скорость нарастания тока.

Всего 25 вариантов

Раздел 3 Модули робототехнических комплексов

1 Устный (письменный) опрос на лекции

Перечень вопросов для устного (письменного) опроса:

1. Из чего состоит робототехническая система?
2. Что называется, кинематической цепью?
3. Что такое сервомеханизм?
4. Какими характеристиками отличаются интеллектуальные системы?
5. Чем отличаются роботы второго поколения?
6. Что понимается под гибкостью роботов?

7. Как классифицируются кинематические пары?
8. Как определить степень подвижности манипулятора?
9. Что называется, кинематической цепью?
10. Сколько поколений роботов Вы знаете?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

1. Что называется, кинематической цепью?
А) Последовательность связанных между собой звеньев.
Б) Связанные между собой звенья.
В) Последовательность связанных трех звеньев.
Г) Последовательность связанных нескольких звеньев.
Д) Последовательность связанных попарно звеньев.

2. Сколько поколений роботов Вы знаете?
А) Два
Б) Три
В) Четыре
Г) Пять
Д) Нисколько

3. Когда появились микропроцессорные системы?
А) В 60-х годах
Б) В 70-х годах
В) В 80-х годах
Г) В 90-х годах
Д) В 2000-х годах

4. Что такое телехирики?
А) Дистанционно управляемые мозги
Б) Дистанционно управляемые руки
В) Дистанционно управляемые пальцы
Г) Дистанционно управляемые ноги
Д) Дистанционно управляемые кисти рук

5. Сколько было бумов роботизации?
А) Два
Б) Три
В) Четыре

Г) Пять
Д) Один

6. Для каких целей в системах управления роботами используются микро-ЭВМ?

А) С целью расчета передаточных чисел в редукторах манипулятора.

Б) С целью фильтрации входной информации с датчиков и преобразования ее из аналоговой формы в цифровую.

В) С целью регулирования, логического управления, преобразования координат и прогнозирования.

Г) С целью обработки и передачи информации оператору.

Д) С целью решения прямой и обратной задачи кинематики.

7. Какие функции выполняют вычислительные устройства в промышленных роботах?

А) Функции устройств управления.

Б) Функции мониторинга.

В) Функции устройств сопряжения с технологическим процессом.

Г) Функции слежения и управления.

Д) Функции защиты.

8. Какой принцип построения манипуляторов получил развитие?

А) С редуктором скольжения.

Б) На воздушной «подушке».

В) Агрегатно-модульный.

Г) Стационарный.

Д) Мобильный.

9. Какую структуру имеют гибкие производственные системы (ГПС)?

А) Распределенную структуру.

Б) Интегрированную структуру.

В) Многоуровневую иерархическую.

Г) Последовательную.

Д) Параллельную.

10. Какой привод промышленного робота использует энергию сжатого воздуха?

А) Гидравлический.

Б) Электрический.

В) Пневматический.

Г) Электромеханический.

Д) Комбинированный.

3 Выполнение практических работ

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

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Структурный анализ и синтез роботов манипуляторов с последовательной структурой»

Задание

Для заданных в таблице А.1 (Приложение А методических материалов, 25 вариантов) манипуляторов провести структурный и кинематический анализ механизма выполнив при этом следующее:

– выбрать систему координат *Oxyz*;

– вычертить структурную схему манипулятора, на которой оси пар ориентировать по осям этой системы;

– обозначить на ней звенья – цифрами;

– обозначить кинематические пары – латинскими буквами;

– в обозначении КП индексами указать подвижность и вид пары (вращательная – 1в, поступательная – 1п, сферическая – 3сф, цилиндрическая – 2ц);

9. обозначить на схеме относительные перемещения звеньев в КП (линейные перемещения – *x,y,z;* угловые – φ, θ, ψ);

10. составить и записать формулу строения механизма;

11. определить звенья, образующие соответственно «руку» и «кисть» манипулятора;

12. определить систему координат «руки» манипулятора;

13. определить число звеньев (общее и подвижных), число одноподвижных кинематических пар (поступательных и вращательных);

14. подсчитать число подвижностей механизма и маневренность (пространственную – общую и базовую);

15. число избыточных связей в механизме;

16. для кинематических пар механизма определить звенья, образующие КП, относительное движение в КП, подвижность КП и ориентацию оси КП относительно осей системы координат;

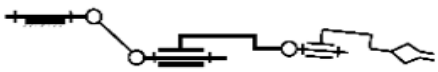
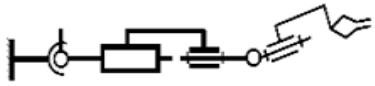
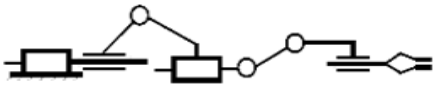
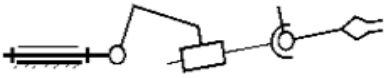
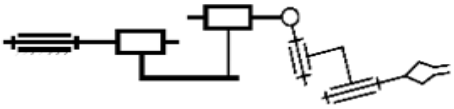
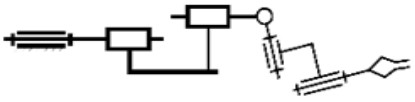
17. изобразить зону рабочего объема и зону обслуживания без указания конкретного размера, обозначив геометрические размеры латинскими буквами с цифровыми индексами в соответствии с номерами звеньев;

18. внести все полученные данные в таблицы по образцу таблиц 3 и 4.

Приложение А

Индивидуальные задания к практической работе

Таблица А.1 – Индивидуальные задания к практической работе

№ варианта	Кинематическая схема	№ варианта	Кинематическая схема
1		2	
3		4	
5		6	

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Решение задач кинематики манипуляторов в MathCad»

Задание 1

По известным параметрам трехзвенного манипулятора решить прямую задачу кинематики – определить координаты схвата по углам поворота его суставов.

Составить таблицу Денавита-Хартенберга и кинематическую схему трехзвенного манипулятора исходя из заданной конфигурации (20 вариантов).

Таблица 3 – Варианты индивидуальных заданий

№ вар.	Длины звеньев, м $L(L_0,L_1,L_2,L_3)$	Тип КП	Параметры			
			a_i, м	α_i°	d_i, м (или S_i)	θ_i°
1	L(0 1 3 3)	ВВВ	(0 0 L_2 L_3)	(0 90 90 -90)	(0 0 L_2 0)	$N \cdot \frac{\pi}{180}$ $2 \cdot N \cdot \frac{\pi}{180}$ $-3 \cdot N \cdot \pi/180$
2	L(0 1 2 3)	ВПП	(0 0 L_2 L_3)	(0 90 0 0)	(0 L_1 0 0)	$N \cdot \frac{\pi}{180}$ $2 \cdot N \cdot \frac{\pi}{180}$ $-3 \cdot N \cdot \pi/180$
3	L(0 1 2.5 2)	ПВВ	(0 0 L_2 L_3)	(0 0 90 90)	(0 0 L_2 0)	$N \cdot \frac{\pi}{180}$ $2 \cdot N \cdot \frac{\pi}{180}$ $-3 \cdot N \cdot \pi/180$
4	L(0 2 3 3)	ВВВ	(0 0 L_2 L_3)	(0 90 90 -90)	(0 0 L_2 0)	$N \cdot \frac{\pi}{180}$ $2 \cdot N \cdot \frac{\pi}{180}$ $-3 \cdot N \cdot \pi/180$
5	L(0 2 1 3)	ПВВ	(0 0 L_2 L_3)	(0 0 90 90)	(0 0 L_2 0)	$N \cdot \frac{\pi}{180}$ $2 \cdot N \cdot \frac{\pi}{180}$ $-3 \cdot N \cdot \pi/180$

Задание 2

Решить обратную задачу кинематики для трёхзвенного манипулятора в соответствии с индивидуальным вариантом.

Обратная задача кинематики заключается в определении присоединённых переменных манипулятора, обеспечивающих заданные положения и ориентацию схвата. Присоединёнными переменными являются величины перемещения каждого звена, представляющие собой углы поворота звеньев θ_i (для вращающих сочленений) или поступательные перемещения d_i (для поступательных перемещений).

Даже для наиболее простых кинематических схем аналитическое решение данной задачи является затруднительным. Например, для трёхзвенного манипулятора с вращательными сочленениями задача сводится к решению системы уравнений:

$$\begin{cases} x = \cos\theta_1 \cdot (L_2 \cos\theta_2 + L_3 \cos(\theta_2 + \theta_3)) \\ y = \sin\theta_1 (L_2 \cos\theta_2 + L_3 \cos(\theta_2 + \theta_3)) \\ z = L_4 + L_2 \sin\theta_2 + L_3 \sin(\theta_2 + \theta_3) \end{cases},$$

поэтому обратная задача кинематики решается численными методами.

Исходными данными (20 вариантов) для обратной задачи кинематики являются координаты схвата, ориентация схвата в пространстве и допустимые ошибки положения и ориентации схвата

относительно каждой из осей. Наиболее простым методом решения задачи является метод градиентного спуска.

Таблица 4 – Индивидуальные задания

№ вар.	*Длины звеньев, м* $L(L_0\ L_1\ L_2\ L_3)$	*Полные координаты схвата определяются* $(N\cdot x_c\ N\cdot y_c\ N\cdot z_c)$			*Допустимые ошибки позиционирования*		
		x_c	y_c	z_c	ε_x	ε_y	ε_z
1	L(0 1 3 3)	0.11	0.12	0.2	0.001	0.001	0.001
2	L(0 1 2 3)	0.1	0.13	0.21	0.001	0.002	0.002
3	L(0 1 2.5 2)	0.12	0.11	0.2	0.002	0.003	0.002
4	L(0 2 3 3)	0.11	0.12	0.21	0.001	0.001	0.002
5	L(0 2 1 3)	0.1	0.13	0.2	0.002	0.002	0.001
6	L(0 1 2 1)	0.11	0.11	0.22	0.001	0.003	0.001
7	L(0 2 1 2)	0.1	0.12	0.2	0.002	0.001	0.002
8	L(0 1 1.5 1)	0.12	0.13	0.23	0.001	0.002	0.001
9	L(0 2 3 1)	0.1	0.11	0.2	0.002	0.003	0.002
10	L(0 1 3 1)	0.13	0.12	0.21	0.001	0.001	0.002

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Решение задач динамики манипуляторов в MathCad»

Задание

С помощью параметров в таблице 1 задан трехзвенный манипулятор. Необходимо определить управляющие моменты, обеспечивающие заданные углы, скорости и угловые ускорения звеньев трехзвенного манипулятора.

Примечание: Сила – это физическая величина, являющаяся мерой воздействия на данное тело со стороны других тел.

1 кгс = 9,80665 Н (точно) ≈ 10 Н.

1 Н ≈ 0,10197162 кгс ≈ 0,1 кгс.

Рассчитав крутящие моменты двигателей в сочленениях перевести их в единицы измерения кгс и по таблицам 2 и 3 выбрать необходимые марки шаговых двигателей.

Таблица 1 – Индивидуальных вариантов задания

№ вар.	Углы поворота q	Угловые скорости q1 (каждая координата умножается на N - № варианта)	Угловые ускорения q2	Массы звеньев m	Длины звеньев L	Радиусы звеньев R	Ускорение свободного падения g	Конфигурация манипулятора		
								a_i, м	α_i°	d_i, м (или S_i)
1	(0 1.2 0.8 0.9)	(0 0.008 0.0.012 0.016)	(0 0.008 0.05 0.02)	(0 201 150 151)	(0 1 3 3)	(0 0.2 0.04 0.04)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 90 90 -90)	(0 0 L_2 0)
2	(0 1.1 0.7 0.8)	(0 0.009 0.0.013 0.017)	(0 0.01 0.06 0.03)	(0 210 152 152)	(0 1 2 3)	(0 0.1 0.03 0.03)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 90 0 0)	(0 L_1 0 0)
3	(0 1 0.6 0.7)	(0 0.008 0.0.012 0.016)	(0 0.008 0.05 0.02)	(0 205 153 154)	(0 1 2.5 2)	(0 0.2 0.04 0.04)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 0 90 90)	(0 0 L_2 0)
4	(0 1.2 0.8 0.9)	(0 0.009 0.0.013 0.017)	(0 0.01 0.06 0.03)	(0 195 150 150)	(0 2 3 3)	(0 0.1 0.03 0.03)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 90 90 -90)	(0 0 L_2 0)
5	(0 1.1 0.7 0.8)	(0 0.008 0.0.012 0.016)	(0 0.008 0.05 0.02)	(0 198 145 145)	(0 2 1 3)	(0 0.2 0.04 0.04)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 0 90 90)	(0 0 L_2 0)
6	(0 1 0.6 0.7)	(0 0.009 0.0.013 0.017)	(0 0.01 0.06 0.03)	(0 202 152 152)	(0 1 2 1)	(0 0.1 0.03 0.03)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 90 0 0)	(0 L_1 0 0)
7	(0 1.2 0.8 0.9)	(0 0.008 0.0.012 0.016)	(0 0.008 0.05 0.02)	(0 208 151 151)	(0 2 1 2)	(0 0.2 0.04 0.04)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 90 90 -90)	(0 0 L_2 0)
8	(0 1.1 0.7 0.8)	(0 0.009 0.0.013 0.017)	(0 0.01 0.06 0.03)	(0 202 149 149)	(0 1 1.5 1)	(0 0.1 0.03 0.03)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 0 90 90)	(0 0 L_2 0)
9	(0 1 0.6 0.7)	(0 0.008 0.0.012 0.016)	(0 0.008 0.05 0.02)	(0 201 153 153)	(0 2 3 1)	(0 0.2 0.04 0.04)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 90 0 0)	(0 L_1 0 0)
10	(0 1.2 0.8 0.9)	(0 0.009 0.0.013 0.017)	(0 0.01 0.06 0.03)	(0 205 150 150)	(0 1 3 1)	(0 0.1 0.03 0.03)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 0 90 90)	(0 0 L_2 0)
11	(0 1.1 0.7 0.8)	(0 0.008 0.0.012 0.016)	(0 0.008 0.05 0.02)	(0 200 151 151)	(0 2 2 3)	(0 0.2 0.04 0.04)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 90 0 0)	(0 L_1 0 0)
12	(0 1 0.6 0.7)	(0 0.009 0.0.013 0.017)	(0 0.01 0.06 0.03)	(0 199 152 152)	(0 3 1 1)	(0 0.1 0.03 0.03)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 90 90 -90)	(0 0 L_2 0)
13	(0 1.2 0.8 0.9)	(0 0.008 0.0.012 0.016)	(0 0.008 0.05 0.02)	(0 197 150 150)	(0 1 2 1.5)	(0 0.2 0.04 0.04)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 0 90 90)	(0 0 L_2 0)
14	(0 1.1 0.7 0.8)	(0 0.009 0.0.013 0.017)	(0 0.01 0.06 0.03)	(0 200 150 150)	(0 2 1.5 2)	(0 0.1 0.03 0.03)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 0 90 90)	(0 0 L_2 0)
15	(0 1 0.6 0.7)	(0 0.008 0.0.012 0.016)	(0 0.008 0.05 0.02)	(0 208 151 151)	(0 2 1.5 2)	(0 0.2 0.04 0.04)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 90 0 0)	(0 L_1 0 0)
16	(0 1.2 0.8 0.9)	(0 0.009 0.0.013 0.017)	(0 0.01 0.06 0.03)	(0 202 149 149)	(0 1 1.5 3)	(0 0.1 0.03 0.03)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 90 90 -90)	(0 0 L_2 0)
17	(0 1.1 0.7 0.8)	(0 0.008 0.0.012 0.016)	(0 0.008 0.05 0.02)	(0 201 153 153)	(0 2 2 2)	(0 0.2 0.04 0.04)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 90 0 0)	(0 L_1 0 0)
18	(0 1 0.6 0.7)	(0 0.009 0.0.013 0.017)	(0 0.01 0.06 0.03)	(0 203 150 150)	(0 1 3 1.5)	(0 0.1 0.03 0.03)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 0 90 90)	(0 0 L_2 0)
19	(0 1.2 0.8 0.9)	(0 0.008 0.0.012 0.016)	(0 0.008 0.05 0.02)	(0 200 151 151)	(0 1.5 2 1)	(0 0.2 0.04 0.04)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 90 90 -90)	(0 0 L_2 0)
20	(0 1.2 0.7 0.9)	(0 0.009 0.0.013 0.017)	(0 0.01 0.06 0.03)	(0 199 152 152)	(0 1.5 3 3)	(0 0.1 0.03 0.03)	(0 0 9.8 0)	(0 0 L_2 L_3)	(0 0 90 90)	(0 0 L_2 0)

Раздел 4 Управление робототехническими системами

1 Устный (письменный) опрос на лекции

Перечень вопросов для устного (письменного) опроса:

1. В чем сущность циклового программного управления роботами?
2. В чем сущность адаптивного управления роботами?
3. В чем сущность интеллектуального управления роботами?
4. Какие показатели качества управления вы знаете?
5. Какова иерархия управления в системах?
6. Что представляют собой системы управления исполнительного уровня?
7. Что представляют собой системы управления тактического уровня?
8. Что представляют собой системы управления стратегического уровня?
9. Что представляют собой интеллектуальные методы управления?
10. Для чего используются датчики в мехатронике и робототехнике (виды датчиков)?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в

рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1 Какова общая задача оптимального управления?

А) Оптимизация управления динамическими системами и процессами.

Б) Управление информационными системами.

В) Оптимизация разработки компьютерных программ.

Г) Анализ устойчивости систем автоматического управления.

2 Какова задача использования методов оптимального управления в теории автоматического управления динамическими системами?

А) Анализ управляемости систем автоматического управления.

Б) Анализ устойчивости систем автоматического управления.

В) Анализ точности систем автоматического управления.

Г) Построение оптимального закона управления системами автоматического управления.

3. Что представляют собой разомкнутые системы управления?

А) Системы управления с обратной связью.

Б) Системы программного управления.

В) Любые оптимальные системы.

Г) Любые неоптимальные системы.

4. Что представляют собой замкнутые системы управления?

А) Любые системы управления

Б) Системы с программным управлением

В) Нелинейные системы управления

Г) Системы с обратной связью

5. Что представляют собой цифровые системы управления?

А) Системы программного управления.

Б) Сомкнутые системы управления.

В) Аналоговые системы управления.

Г) Системы управления с цифровым регулятором.

6. Что представляет собой математическая модель объекта управления?

А) Математическое описание реального объекта, адекватной задачи, которая анализируется.

Б) Вес объекта.

В) Габариты объекта.

Г) Драгоценность объекта

7. Что является законом управления?

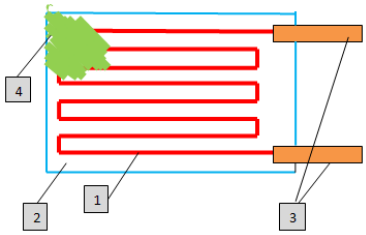
А) Траектория движения системы.

Б) Функция управления, аргументом которой является время или вектор состояния системы.

В) Любая функция управления системой

Г) Допустимая траектория движения системы.

8. Какой тип датчика представлен на рисунке?



А) Пьезоэлектрический датчик силы.

Б) Емкостной датчик линейного перемещения с изменяющейся величиной зазора.

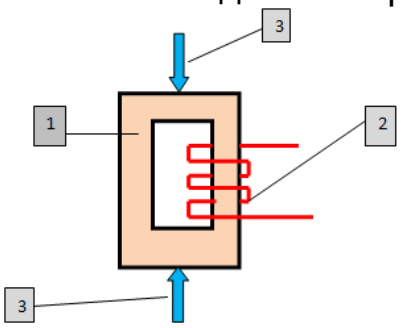
В) Индуктивный датчик перемещения для объектов из ферромагнитных материалов.

Г) Оптический датчик перемещения на основе дифракционных решеток.

Д) Магниторезистивный датчики перемещений.

Е) Проволочный тензорезистор.

9. Какой тип датчика представлен на рисунке?



А) Емкостной датчик линейного перемещения с подвижным диэлектриком

Б) Индуктивный датчик перемещения для объектов из ферромагнитных материалов

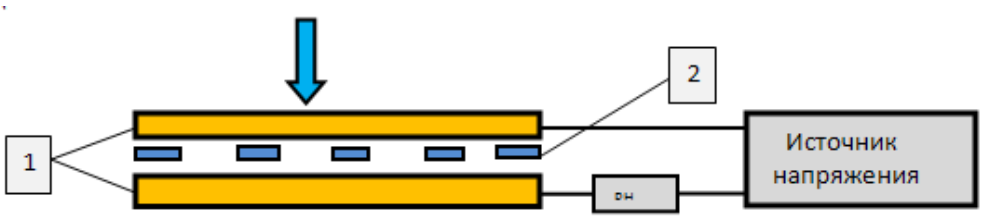
В) Оптический датчик перемещения на основе дифракционных решеток

Г) Магниторезистивный датчики перемещений

Д) Пьезоэлектрический тактильный датчик силы

Е) Вариант конструкции магнитного датчика силы

10.Какой тип датчика представлен на рисунке?



А) Емкостной датчик линейного перемещения с изменяющейся величиной зазора.

Б) Индуктивный датчик перемещения для объектов из ферромагнитных материалов.

В) Магниторезистивный датчики перемещений.

Г) Трансформация сигналов в магнитных датчиках силы.

Д) Пример простого тактильного датчика силы.

Е) Индуктивный датчик перемещения на трансформаторе.

3 Выполнение практических работ

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

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Практические основы нечеткой логики»

Задание

Провести синтез нечеткой импликации в пакете имитационного моделирования MatLab.

Провести дефаззификацию различными методами в пакете имитационного моделирования MatLab.

Реализовать в системе MatLab регулятор нечеткой логики (РНЛ) с предложенной базой правил.

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Моделирование процесса управления на основе нечеткой логики»

Задание

Необходимо построить САУ температурой в помещении. Рабочий режим калорифера – ручка недвижна, поворот вправо – увеличение нагрева, влево – охлаждение. Необходимо построить САУ которая задавала бы поворот ручки чтобы температура в комнате сохраняла бы

одно и тоже желаемое значение, не смотря на изменение температуры на улице.

Две входные переменные: температура в комнате и скорость ее изменения.

Алгоритм действия:

1) Собрать схему, приведенную в примере и провести моделирование.

2) Изучить влияние параметров схемы (подключаемых возмущений и настроек регулятора) нечеткой системы на получаемый результат. Провести и запротоколировать исследования.

3) Подобрать параметры таким образом, чтобы перерегулирование составляло не более 5%, колебательность – 1-2, а время переходного процесса было минимально возможным.

4) Изменить параметры объекта управления, увеличив или уменьшив постоянную времени объекта и его коэффициент усиления. Подобрать оптимальные параметры для схемы и системы нечеткого вывода при новом объекте.

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Анализ качества переходных процессов в системах управления»

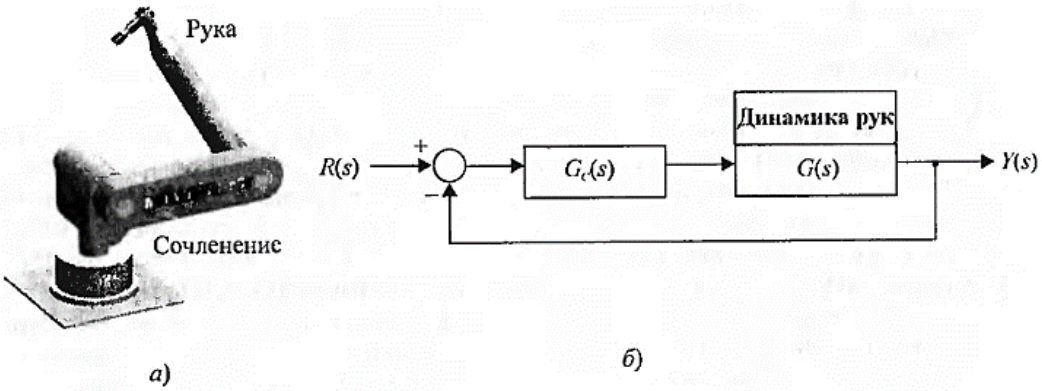
Задание

Робот «Manutec», представленный на рисунке 2.30, имеет длинную руку и большим моментом инерции, что создает определенные проблемы управления им. Динамика объекта управления представлена ПФ

$$G(s) = \frac{250}{s(s+2)(s+40)(s+45)}.$$

Постройте модель на основе структурной схемы, проведите моделирование.

При ступенчатом входном сигнале перерегулирование должно быть не более 20%, время нарастания – менее 0,5 с, а время установления (по критерию 2%) – менее 1,2 с.



а) б)

а) робот «Manutec»; *б*) структурная схема системы управления роботом

Рисунок 2.30 – Система управления роботом

Какой из регуляторов П или ПИ и при каких параметрах обеспечит при ступенчатом входном сигнале наилучшие показатели качества.

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Модернизация оборудования роботов»

Задание

Предлагается выполнить следующую комплексную практическую работу:

19. Изучить и представить в виде графической схемы структуру робота манипулятора используя обозначения ГОСТа не старше 2016 года в соответствии с вариантом индивидуального задания, представленного в таблице 1 (варианты определяются преподавателем).

20. Провести модернизацию робота манипулятора, используя каталоги современного оборудования.

Всего 20 вариантов.

Для этого выполнить следующие задачи:

9. Выбрать привод в соответствии с требованиями.

10. Выбрать устройства управления:

– внешний контроллер;

– контроллер робота.

11. Емкость памяти и число команд возможно с увеличением.

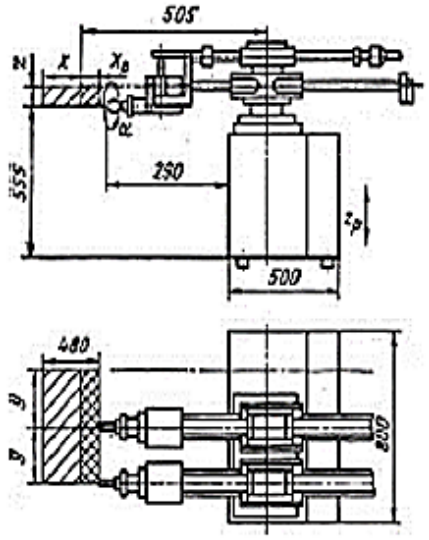
12. Пояснить принцип управления.

13. Предложить язык для программирования контроллера робота.

14. Разработать алгоритм работы робота в соответствии с технологией производства.

Нет возможности найти нужное оборудование, подберите подходящий по параметрам готовый робот манипулятор и выполните пункты с 3 по 6.

Таблица 1 – Варианты индивидуальных заданий – номенклатуры роботов манипуляторов

<table>
<tr><th>№ вар.</th><th>Модель</th><th>Параметры</th></tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>
Модель «Ритм–05.01»
Основное назначение – для обслуживания кузнечнопрессового оборудования усилием 60–400 кН, металлорежущих станков
Страна–изготовитель – СССР


</td>
<td>
<table>
<tr><td>Номинальная грузоподъемность сум-марная/на руку, кг</td><td>1/0,5</td></tr>
<tr><td>Число степеней подвижности</td><td>7</td></tr>
<tr><td>Число рук/захватов на руку</td><td>2/1</td></tr>
<tr><td>Тип привода</td><td>Пневматический</td></tr>
<tr><td>Устройство управления</td><td>Цикловое (УЦМ–30)</td></tr>
<tr><td>Число программируемых координат</td><td>7</td></tr>
<tr><td>Способ программирования перемещений</td><td>Предварительный набор</td></tr>
<tr><td>Емкость памяти системы, число команд</td><td>25</td></tr>
<tr><td>Погрешность позиционирования, мм</td><td>±0,1</td></tr>
<tr><td>Масса, кг</td><td>326</td></tr>
<tr><td>Линейные перемещения, мм:</td><td></td></tr>
<tr><td>y (со скоростью 0,6 м/с)</td><td>300</td></tr>
<tr><td>x (1,0 м/с)</td><td>400</td></tr>
<tr><td>z (0,5 м/с)</td><td>50</td></tr>
<tr><td>Регулировочные перемещения, мм:</td><td></td></tr>
<tr><td>руки x_p</td><td>80</td></tr>
<tr><td>основания z_p</td><td>200</td></tr>
<tr><td>Угловое перемещение α °</td><td>180</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>