

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 27.04.04 Управление в технических системах

Наименование образовательной программы: Интеллектуальные технологии управления в технических системах, обработка и анализ данных

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Интеллектуальные алгоритмы управления робототехническими
системами**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ганин П.Е.
	Идентификатор	R12576bc6-GaninPY-2ddb3f0e

П.Е. Ганин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бобряков А.В.
	Идентификатор	R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa

А.В.
Бобряков

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бобряков А.В.
	Идентификатор	R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa

А.В.
Бобряков

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. РПК-1 Способен проектировать программно-аппаратные комплексы для систем автоматизации и управления

ИД-1 Демонстрирует знание современных информационных технологий, технологий проектирования программного обеспечения и аппаратно-технических средств для решения задач автоматизации и управления в технических и организационно-технических системах

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест по теме «Позиционирование манипуляционных систем при последовательном соединении звеньев» (Тестирование)
2. Тест по теме «Ритмика и кинематика двуногой ходьбы» (Тестирование)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест по теме «Ритмика и кинематика двуногой ходьбы» (Тестирование)
КМ-2 Тест по теме «Позиционирование манипуляционных систем при последовательном соединении звеньев» (Тестирование)
КМ-3 Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
КМ-4 Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)
КМ-5 Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	6	10	12	16

Ритмика и кинематика двуногой ходьбы					
Однозвенный манипулятор	+				
Построение управления с использованием принципа обратной связи	+				
Оптимизация конструкции и траекторий движения манипулятора	+				
Оптимальные траектории движения манипулятора	+				
Манипуляторы параллельной и гибридной кинематической структуры	+				
Особые положения манипулятора	+				
Позиционирование манипуляционных систем при последовательном соединении звеньев					
Применение обобщенных функций			+	+	
Импульсное управление			+	+	
Задача о движении двузвенника со скрепленными звеньями			+	+	
Методы программного управления			+	+	
Кинематика мобильной робототехнической системы. Задачи управления					
Кинематическая постановка задачи выхода мобильного робота на полосу при большом угле отклонения робота от полосы				+	+
Синтез законов движения по обобщенным координатам манипулятора				+	+
Компоновка и возможные траектории схвата манипулятора				+	+
Динамика мобильной робототехнической системы. Задачи управления					
Формирование управления		+			+
Кинематическая постановка задачи выхода мобильного робота на полосу при малом угле отклонения робота от полосы		+			+
Оптимизация управления		+			+
Вес КМ:	25	20	15	25	15

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
РПК-1	ИД-1 _{РПК-1} Демонстрирует знание современных информационных технологий, технологий проектирования программного обеспечения и аппаратно-технических средств для решения задач автоматизации и управления в технических и организационно-технических системах	Знать: основные понятия и концепции методов робототехники в динамике мехатронных систем, порядок применения теории методов робототехники в важнейших практических приложениях основные методы исследования робототехники мехатронных систем основные методы робототехники при решении естественнонаучных и технических задач Уметь: использовать возможности современных компьютеров и информационных технологий при аналитическом и	КМ-1 Тест по теме «Ритмика и кинематика двуногой ходьбы» (Тестирование) КМ-2 Тест по теме «Позиционирование манипуляционных систем при последовательном соединении звеньев» (Тестирование) КМ-3 Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа) КМ-4 Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа) КМ-5 Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)

		численном исследования математических моделей технических систем пользоваться при аналитическом и численном исследования мехатронных моделей технических систем возможностями современных компьютеров и информационных технологий	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Тест по теме «Ритмика и кинематика двуногой ходьбы»

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проведение теста на компьютере.

Краткое содержание задания:

Тестирование по теме «Ритмика и кинематика двуногой ходьбы».

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные методы исследования робототехники мехатронных систем	1. В чем заключается особенности кинематики двуногой ходьбы?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено.

КМ-2. Тест по теме «Позиционирование манипуляционных систем при последовательном соединении звеньев»

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проведение теста на компьютере.

Краткое содержание задания:

Тестирование по теме «Позиционирование манипуляционных систем при последовательном соединении звеньев».

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные понятия и концепции методов робототехники в динамике мехатронных систем, порядок применения теории методов робототехники в важнейших практических приложениях	1.Какие методы решения ОЗК Вы знаете?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено.

КМ-3. Защита лабораторной работы №1

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Демонстрация выполнения задания лабораторной работы и комментирование программы.

Краткое содержание задания:

Многозвенный манипулятор. Задача о позиционировании манипулятора с учетом конечной жесткости звена. Моделирование механической части манипулятора.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные методы робототехники при решении естественнонаучных и технических задач	1.Какие параметры механической модели обязательно нужно указывать?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено.

КМ-4. Защита лабораторной работы №2

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Демонстрация выполнения задания лабораторной работы и комментирование программы.

Краткое содержание задания:

Моделирование исполнительной части многозвенного манипулятора. Построение законов управления электродвигателями звеньев.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: использовать возможности современных компьютеров и информационных технологий при аналитическом и численном исследовании математических моделей технических систем	1. Передаточная функция исполнительного механизма.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено.

КМ-5. Защита лабораторной работы №3

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Демонстрация выполнения задания лабораторной работы и комментирование программы.

Краткое содержание задания:

Лабораторная работа №3. Построение имитационной модели манипулятора с виртуальным отображением конструкции.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: пользоваться при аналитическом и численном исследовании мехатронных моделей технических систем возможностями современных компьютеров и информационных технологий	1.Как можно реализовать среду виртуальной реальности в Matlab Simulink?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Двухзвенный плоский манипулятор. Кинематика манипулятора. Прямая и обратная задача кинематики.

Процедура проведения

Устный экзамен по билетам.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{РПК-1} Демонстрирует знание современных информационных технологий, технологий проектирования программного обеспечения и аппаратно-технических средств для решения задач автоматизации и управления в технических и организационно-технических системах

Вопросы, задания

1. Определение манипуляционных роботов (МР). Области применения. Классификация.
2. Типовые конструкции. Типы применяемых приводов. Основные технические характеристики.
3. Кинематика манипулятора. Прямая и обратная задача кинематики. Кинематическая избыточность.
4. Матрицы поворотов. Матрицы сложных поворотов. Матрица поворота вокруг произвольной оси. Представление матриц поворота через углы Эйлера.
5. Представление Денавита-Хартенберга. Алгоритм формирования систем координат звеньев.
6. Обратная задача кинематики (ОЗК). Обзор методов решения.
7. Нейросети для решения обратной задачи кинематики.
8. Примеры решения ОЗК трехзвенного МР различными методами (геометрич., итерационный, нейросетевой).
9. Моделирование МР в среде Matlab Simulink. Основные понятия и принципы построения моделей.
10. Основные компоненты модели трехзвенного МР в среде Matlab Simulink.
11. Основные компоненты виртуальной модели в среде Matlab VRSink.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие алгоритмы оптимизации итераций существуют?

Ответы:

- a.BFGS b.ARK c.CCD

Верный ответ: a.*BFGS b.ARK c.*CCD

2. Какой тип привода манипуляционных роботов чаще всего применяется если нужно работать с большими нагрузками?

Ответы:

- a.Электромеханический b.Пневматический c.Гидравлический d.Комбинированный

Верный ответ: a.Электромеханический b.Пневматический c.*Гидравлический d.Комбинированный

3. Какие характеристики указываются в паспорте манипуляционного робота?

Ответы:

а. параметры рабочего пространства б. тип управляющего устройства с. скорость перемещения по степени подвижности (быстродействие) д. номинальная грузоподъемность е. погрешность позиционирования рабочего органа

Верный ответ: а. *параметры рабочего пространства б. тип управляющего устройства с. *скорость перемещения по степени подвижности (быстродействие) д. *номинальная грузоподъемность е. *погрешность позиционирования рабочего органа

4. В чем недостатки гидравлического привода манипуляционного робота?

Ответы:

а. высокая стоимость оборудования и обслуживания б. могут перегреваться, особенно под нагрузкой с. непрерывное потребление энергии д. низкий КПД

Верный ответ: а. *высокая стоимость оборудования и обслуживания б. могут перегреваться, особенно под нагрузкой с. *непрерывное потребление энергии д. низкий КПД

5. В чем достоинства пневматического привода манипуляционного робота?

Ответы:

а. удобство сборки и хорошие регулировочные свойства б. рабочее тело не ограничено заданным объемом с. простота и экономичность д. высокие динамические характеристики

Верный ответ: а. удобство сборки и хорошие регулировочные свойства б. *рабочее тело не ограничено заданным объемом с. *простота и экономичность д. высокие динамические характеристики

6. Как манипуляционные роботы классифицируются по способу программирования?

Ответы:

а. обучаемые б. необучаемые с. самообучаемые д. итерационные е. аналитические

Верный ответ: а. *обучаемые б. необучаемые с. *самообучаемые д. итерационные е. *аналитические

7. Какие типы программного управления манипуляционным роботом бывают?

Ответы:

а. с цикловым управлением б. с позиционными управлением с. с силовым управлением д. с контурным управлением е. с дистанционным управлением

Верный ответ: а. *с цикловым управлением б. *с позиционными управлением с. с силовым управлением д. *с контурным управлением е. с дистанционным управлением

8. Какие два противоречивые показателя качества работы манипуляционных роботов Вы знаете?

Ответы:

Дать письменный ответ.

Верный ответ: Быстродействие и точность.

9. Какой тип привода манипуляционных роботов имеет узкоспециализированную область применения и требует сложных алгоритмов управления?

Ответы:

а. Электромеханический б. Пневматический с. Гидравлический д. Комбинированный

Верный ответ: а. Электромеханический б. *Пневматический с. Гидравлический д. Комбинированный

10. Какой тип привода манипуляционных роботов получил самое широкое распространение в промышленности?

Ответы:

а. Электромеханический б. Пневматический с. Гидравлический д. Комбинированный

Верный ответ: а. *Электромеханический б. Пневматический с. Гидравлический д. Комбинированный

11. Как называется пространство, в котором может находиться рабочий орган манипуляционного робота при его функционировании (определяется системой координат манипулятора и его размерами)?

Ответы:

Дать письменный ответ.

Верный ответ: Рабочая зона

12. Как классифицируют промышленные роботы по способу установки?

Ответы:

а. Встроенные б. Интегрированные с. Подвесные d. Напольные e. Скрытной установки

Верный ответ: а.*Встроенные б. Интегрированные с.*Подвесные d.*Напольные e. Скрытной установки

13. Какое количество степеней свободы обычно бывает у манипуляционных роботов?

Ответы:

а. 1-2 б. 3-4 с. 5-6 d. 7-10 e. Более 10

Верный ответ: а. 1-2 б. 3-4 с.*5-6 d. 7-10 e. Более 10

14. Как называется подвижный тип манипуляционных роботов?

Ответы:

Дать письменный ответ.

Верный ответ: Мобильный МР

15. Укажите грузоподъемность для тяжелых манипуляционных роботов:

Ответы:

а. не более 1 кг б. от 1 до 10 кг с. от 10 до 200 кг d. от 200 до 1000 кг e. 1000 кг

Верный ответ: а. не более 1 кг б. от 1 до 10 кг с. от 10 до 200 кг d.*от 200 до 1000 кг e. 1000 кг

16. Укажите грузоподъемность для сверхлегких манипуляционных роботов:

Ответы:

а. не более 1 кг б. от 1 до 10 кг с. от 10 до 200 кг d. от 200 до 1000 кг e. 1000 кг

Верный ответ: а.*не более 1 кг б. от 1 до 10 кг с. от 10 до 200 кг d. от 200 до 1000 кг e. 1000 кг

17. Как можно классифицировать промышленные манипуляционные роботы по характеру выполняемых технологических операций?

Ответы:

а. Специальные б. Узкопрофильные с. Специализированные d. Универсальные e. Масштабируемые

Верный ответ: а.*Специальные б. Узкопрофильные с.*Специализированные d.*Универсальные e. Масштабируемые

18. Какие типы декартовых манипуляционных роботов бывают?

Ответы:

а. Картезианские б. Линейные с. Сферические d. Портальные

Верный ответ: а.*Картезианские б.*Линейные с. Сферические d.*Портальные

19. Каких конструкций манипуляционных роботов не бывает?

Ответы:

а. Декартовые б. Лапласовые с. Конические d. Коленно-рычажные e. Шарнирные

Верный ответ: а. Декартовые б.*Лапласовые с.*Конические d. Коленно-рычажные e. Шарнирные

20. Чем характеризуется подвижность манипуляционного робота характеризуется?

Ответы:

а. ходом б. типом установки с. быстродействием d. точностью позиционирования

Верный ответ: а.*ходом б. типом установки с.*быстродействием d.*точностью позиционирования

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.