

**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
Системы управления подвижными объектами и манипуляторами**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вершинин Д.В.
	Идентификатор	R37a53c2e-VershininDV-fbbff249

Д.В.
Вершинин

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: Допуск к лабораторной работе

1. Защита лабораторной работы по разделу 1 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы по разделу 2 (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы по разделу 4 (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторной работы по разделу 6 (Лабораторная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Защита лабораторной работы по разделу 1 (Лабораторная работа)
КМ-2 Защита лабораторной работы по разделу 2 (Лабораторная работа)
КМ-3 Защита лабораторной работы по разделу 4 (Лабораторная работа)
КМ-4 Защита лабораторной работы по разделу 6 (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	6	10	14
Терминальное управление движущимися объектами. Типовые задачи терминального управления					
Введение. Задачи курса. Краткая характеристика разделов курса		+		+	
Раздел «Терминальное управление»		+		+	

Программное управление при решении оптимизационной задачи управления подвижными объектами	+		+	
Уравнение Эйлера для решения краевой задачи	+		+	
Оптимальное программное управление разворотом искусственного спутника земли (ИСЗ) на заданный угол	+		+	
Недостатки оптимального управления по программе	+		+	
Понятие об алгоритмах терминального управления для управления подвижными объектами	+		+	
Типовые задачи терминального управления	+		+	
Задача разгона	+		+	
Алгоритмы программного и терминального управления, доказательство их идентичности в отсутствии внешних неконтролируемых возмущений, действующих на объект	+		+	
Устранение особенностей в конечной точке в задаче разгона	+		+	
Сравнительный пример решения задачи разгона разными алгоритмами		+		
Алгоритмы терминального управления в задачах приведения, разомкнутого и замкнутого по времени сближения	+		+	
Устранение особенностей в конечной точке для этих задач		+		
Навигационные системы для управления подвижными объектами. Акселерометры с электрическими пружинами				
Основные принципы, используемые при построении автономных систем инерциальной навигации (ИНС)		+		
Акселерометр – как базовый чувствительный элемент ИНС		+		
Основные требования к количеству и размещению акселерометров на борту движущегося объекта для обеспечения решения навигационной задачи		+		
Гиростабилизированная платформа в трехстепенном карданном подвесе		+		
Конструкция акселерометра с витыми пружинами и ее недостатки		+		
Акселерометр с электрической пружиной как замкнутая САУ		+		
Уравнения динамики, структурная схема. Использование изодромного (ПИ) регулятора в структуре электрической пружины		+		
Настройка параметров ПИ и ПИД-регуляторов		+		
Одноосные гиростабилизаторы				
Передаточные функции свободного гироскопа, связывающие его угловые перемещения при действии возмущающего момента вдоль оси чувствительности				+
Одноосный гироскопический стабилизатор с двухстепенным гироскопом				+

Уравнения динамики				+
Методы коррекции одноосного гиросtabilизатора как системы автоматического управления с колебательным звеном с малым декрементом затухания				+
Управление объектами с антисимметричными перекрестными связями				
Системы с перекрестными связями	+		+	
Частотные методы исследования двухкоординатных систем с перекрестными связями	+		+	
Датчик угловой скорости (ДУС), как пример системы с перекрестными антисимметричными перекрестными связями	+		+	
Синтез корректирующих устройств в цепях обратных связей ДУС	+		+	
Системы управления с двигателями-маховиками				
Система стабилизации углового положения искусственного спутника Земли (ИСЗ) с использованием двигателей – маховиков		+		
Уравнения динамики, структура, устойчивость, качество управления		+		
Комбинированная система управления угловым положением ИСЗ		+		
Ручное и программное управление манипуляторами. Приводы манипуляторов с упругими связями				
Классификация манипуляторов				+
Особенности построения манипуляторов для ручного и программного управления				+
Оператор в контуре управления				+
Следящие системы с отражением усилий, их классификация и принципы построения				+
Устойчивость симметричных следящих систем с отражением усилий				+
Приводы манипулятора с упругими кинематическими связями и их влияние на динамику и точность следящих систем управляющих степенями подвижности манипулятора				+
Особенности построения манипуляторов при программном управлении				+
Прямая и обратная задача кинематики при расчете характеристических координат рабочей точки		+		
Гибкие автоматизированные производства и их структура	+		+	
Технико-экономические аспекты внедрения робототехники в производство	+		+	
Вес КМ:	25	25	25	25

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: современные методы анализ и синтеза систем управления подвижными объектами и манипуляторами основные функциональные особенности построения систем управления подвижными объектами и манипуляторами терминологию предметной области, базовые структуры систем управления подвижными объектами и манипуляторами Уметь: применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов	КМ-1 Защита лабораторной работы по разделу 1 (Лабораторная работа) КМ-2 Защита лабораторной работы по разделу 2 (Лабораторная работа) КМ-4 Защита лабораторной работы по разделу 4 (Лабораторная работа) КМ-6 Защита лабораторной работы по разделу 6 (Лабораторная работа)

		применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов, систем и процессов выбирать методы и средства решения задач по анализу и синтезу систем управления	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Защита лабораторной работы по разделу 1

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдача студентам индивидуальных контрольных заданий. Консультации по содержанию задания. Выполнение заданий студентами. Проверка результатов выполнения.

Краткое содержание задания:

Задание включает 5-6 пунктов. 1 - 2 пункта отражают теоретические вопросы раздела. Остальные пункты относятся к пунктам задания лабораторной работы. Для выполнения задания по пункту студент должен написать ответы на теоретические вопросы по изучаемому разделу программы и представить и защитить отчет по выполнению пунктов задания по лабораторной работе

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные функциональные особенности построения систем управления подвижными объектами и манипуляторами	1. Вид минимизируемого функционала в задачах терминального управления 2. Вид минимизируемого функционала в задачах терминального управления 3. В чем смысл замкнутого по времени сближения 4. Как задаются краевые условия в задаче приведения
Уметь: выбирать методы и средства решения задач по анализу и синтезу систем управления	1. Как доказать что алгоритм терминального управления есть видоизмененная форма алгоритма оптимального управления 2. Как устранить особенность в алгоритме терминального управления при приближении к конечной точке 3. Как задаются краевые условия в задаче приведения 4. В каких случаях при решении оптимизационной задачи необходимо использовать метод неопределенных множителей Лагранжа

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Для оценки 5 выполнение задания должно быть не менее 90%. Возможны только несущественные погрешности в результатах выполнения. Документ с результатами выполнения должен быть правильно оформлен (титульный лист, задание, отчет о выполнении, протокол программы или измерений)

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: В выполнении задания должно быть не более 1 ошибки. Документ с результатами может иметь только небольшие погрешности

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: В выполнении задания должно быть не более 2 ошибок. Документ с результатами может иметь некоторые погрешности

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: В результатах – более 2 ошибок. Документ имеет значительные погрешности в оформлении

КМ-2. Защита лабораторной работы по разделу 2

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдача студентам индивидуальных контрольных заданий. Консультации по содержанию задания. Выполнение заданий студентами. Проверка результатов выполнения.

Краткое содержание задания:

Задание включает 5-6 пунктов. 1 - 2 пункта отражают теоретические вопросы раздела.

Остальные пункты относятся к пунктам задания лабораторной работы. Для выполнения задания по пункту студент должен написать ответы на теоретические вопросы по изучаемому разделу программы и представить и защитить отчет по выполнению пунктов задания по лабораторной работе

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: современные методы анализ и синтеза систем управления подвижными объектами и манипуляторами	1.Какой принцип лежит в основе инерциальных навигационных систем 2.Сколько требуется чувствительных элементов для решения навигационной задачи 3.Основной конструктивный недостаток акселерометра с витыми пружинами 4.Какова цель введения ПИ-регулятора в состав электрической пружины
Уметь: применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов	1.Какие требования к расположению чувствительных элементов ИНС 2.Как обеспечивается независимость положения чувствительных элементов ИНС от от корпуса объекта 3.Как оценить передаточную функцию разомкнутого акселерометра с пропорциональной связью 4.С какого элемента снимается сигнал акселерометра при ПИ-регуляторе в

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	составе электрической пружины

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Возможны только несущественные погрешности в результатах выполнения. Документ с результатами выполнения должен быть правильно оформлен (титульный лист, задание, отчет о выполнении, протокол программы или измерений)

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: В выполнении задания должно быть не более 1 ошибки. Документ с результатами может иметь только небольшие погрешности

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: В выполнении задания должно быть не более 2 ошибок. Документ с результатами может иметь некоторые погрешности

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: В результатах – более 2 ошибок. Документ имеет значительные погрешности в оформлении

КМ-3. Защита лабораторной работы по разделу 4

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдача студентам индивидуальных контрольных заданий. Консультации по содержанию задания. Выполнение заданий студентами. Проверка результатов выполнения.

Краткое содержание задания:

Задание включает 5-6 пунктов. 1 - 2 пункта отражают теоретические вопросы раздела. Остальные пункты относятся к пунктам задания лабораторной работы. Для выполнения задания по пункту студент должен написать ответы на теоретические вопросы по изучаемому разделу программы и представить и защитить отчет по выполнению пунктов задания по лабораторной работе

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные функциональные особенности построения систем управления подвижными объектами и манипуляторами	1. Достоинства и недостатки метода анализа систем с перекрестными обратными связями по Красовскому 2. Порядок анализа систем с перекрестными связями традиционным способом
Уметь: выбирать методы и средства решения задач по анализу и синтезу систем управления	1. Как реализуются перекрестные связи в датчике угловой скорости 2. Как влияют коэффициенты передачи

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	внешних перекрестных связей ДУС на его чувствительность

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Возможны только несущественные погрешности в результатах выполнения. Документ с результатами выполнения должен быть правильно оформлен (титульный лист, задание, отчет о выполнении, протокол программы или измерений)

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: В выполнении задания должно быть не более 1 ошибки. Документ с результатами может иметь только небольшие погрешности

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: В выполнении задания должно быть не более 2 ошибок. Документ с результатами может иметь некоторые погрешности

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: В результатах – более 2 ошибок. Документ имеет значительные погрешности в оформлении

КМ-4. Защита лабораторной работы по разделу 6

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдача студентам индивидуальных контрольных заданий. Консультации по содержанию задания. Выполнение заданий студентами. Проверка результатов выполнения.

Краткое содержание задания:

Задание включает 5-6 пунктов. 1 - 2 пункта отражают теоретические вопросы раздела. Остальные пункты относятся к пунктам задания лабораторной работы. Для выполнения задания по пункту студент должен написать ответы на теоретические вопросы по изучаемому разделу программы и представить и защитить отчет по выполнению пунктов задания по лабораторной работе

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: терминологию предметной области, базовые структуры систем управления подвижными объектами и манипуляторами	1.Как повысить точность и быстродействие оператора при ручном управлении манипулятором 2.Назначение следящих систем с отражением усилий
Уметь: применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки	1.Как формируется структура симметричной системы с

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
математических моделей исследуемых объектов, систем и процессов	отражением усилий 2.Как формируется структура симметричной системы с отражением усилий

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Возможны только несущественные погрешности в результатах выполнения. Документ с результатами выполнения должен быть правильно оформлен (титульный лист, задание, отчет о выполнении, протокол программы или измерений)

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: В выполнении задания должно быть не более 1 ошибки. Документ с результатами может иметь только небольшие погрешности

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: В выполнении задания должно быть не более 2 ошибок. Документ с результатами может иметь некоторые погрешности

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: В результатах – более 2 ошибок. Документ имеет значительные погрешности в оформлении

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

1. Платформенные инерциальные системы. Принципы их построения. Необходимое число чувствительных элементов и стабилизаторов
2. Акселерометры с "электрической пружиной", Конструкция, структурная схема, устойчивость

Процедура проведения

Экзамен относится к категории «устный».

- Экзамен проводится в аудитории с числом студентов из расчета 5 человек на одного экзаменатора.
- Студент получает билет.
- Время на подготовку – 40 минут.
- Результаты подготовки предоставляются в виде текстового документа с ответами на вопросы и необходимыми математическими выкладками и рисунками.
- Время, предоставляемое студенту, для ответов преподавателю на вопросы билета и дополнительные вопросы составляет 20 минут.
- По результатам ответа студента на вопросы билета и дополнительные вопросы преподаватель сообщает студенту оценку за экзамен, определяет итоговую оценку за освоение дисциплины с учетом итоговой оценки студента в балльно-рейтинговой структуре и отпускает студента

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. Терминальное управление. Постановка задачи. Типовые задачи
2. Трехстепенный гироскоп. Уравнение прецессии. Передаточная функция и частотные характеристики
3. Трехстепенный гироскоп. Уравнение прецессии. Передаточная функция и частотные характеристики
4. Выбор параметров ПИ и ПИД регуляторов в системах с астатизмом первого порядка методом ЛАЧХ
5. Одноосный гиростабилизатор. Методы коррекции
6. Системы с перекрестными антисимметричными связями. Анализ их устойчивости в частотной области

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Сколько акселерометров используется в платформенной инерциальной системе

Ответы:

- один
- два
- три

Верный ответ: два

2. Сколько рамок у трехступенного карданного подвеса

Ответы:

- один
- два
- три

Верный ответ: два

3. Какой параметр входит в минимизируемый функционал при терминальном управлении

Ответы:

- время,
- энергетический ресурс

Верный ответ: энергетический ресурс

4. Какой тип датчика линейного перемещения используется в акселерометре с электрической пружиной

Ответы:

- потенциометрический,
- гидравлический
- оптический
- индукционный

Верный ответ: индукционный

5. Сколько исполнительных двигателей используется в симметричной следящей системе с отражением усилий

Ответы:

Сколько исполнительных двигателей используется в симметричной следящей системе с отражением усилий

Верный ответ: два

6. Какого типа перекрестные связи формируются в датчике угловой скорости

Ответы:

- прямые симметричные
- прямые антисимметричные
- обратные симметричные
- обратные антисимметричные

Верный ответ: обратные антисимметричные

7. Имеет ли смысл использовать ПИ-регулятор в структуру электрической пружины для увеличения точности акселерометра

Ответы:

- да
- нет

Верный ответ: да

8. Какое внешнее возмущение в подвесе платформы компенсирует одноосный гиросtabilизатор

Ответы:

- угол поворота платформы
- механический момент
- давления и проскальзывания

Верный ответ: механический момент

9. Какой чувствительный элемент используется в датчике угловой скорости

Ответы:

- трехстепенный гироскоп
- физический маятник

Верный ответ: трехстепенный гироскоп

10.Основной недостаток акселерометра с витыми пружинами

Ответы:

- низкое быстродействие
- низкая стабильность результатов измерений
- высокая колебательность

Верный ответ: низкая стабильность результатов измерений

11.Что будет измерять система из одного акселерометра и двух интеграторов, установленная вдоль продольной оси летательного аппарата

Ответы:

- скорость и пройденное расстояние
- высоту

Верный ответ: скорость и пройденное расстояние

12.Чем управляет система с двигателями-маховиками

Ответы:

- угловым положением спутника
- траекторией полета спутника
- угловым положением аппаратуры внутри спутника

Верный ответ: угловым положением спутника

13.Используются ли следящие системы с отражением усилий в составе промышленных роботов

Ответы:

- да
- нет

Верный ответ: нет

14.Для измерения какого параметра используется акселерометр

Ответы:

- расстояния
- линейного ускорения
- углового ускорения

Верный ответ: линейного ускорения

15.Какой тип исполнительного двигателя взят за основу двигателя-маховика

Ответы:

- двигатель постоянного тока
- асинхронный двигатель
- бесконтактный двигатель постоянного тока

Верный ответ: бесконтактный двигатель постоянного тока

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения задания: Оценка 5 «отлично» выставляется, если задание в билете выполнено в полном объеме или имеет несущественные погрешности

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения задания: Оценка 4 «хорошо» выставляется, если задание в билете выполнено в полном объеме, но имеется не более 2 ошибок

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 «удовлетворительно» выставляется, если задание в билете выполнено не менее, чем на 70% или имеется не более 4 ошибок

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 «неудовлетворительно» выставляется, если задание в билете выполнено менее, чем на 70%, или имеет более 4 ошибок

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 экзаменационной составляющих.