

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июля 2015 г.

Программа аспирантуры

Направление 01.06.01 Математика и механика

Направленность (специальность) 01.02.01 Теоретическая механика

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины по выбору

«Интеллектуальные мобильные роботы»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.2

Всего: 108 часов

Семестр 1, в том числе	6 часов – контактная работа, 84 часов – самостоятельная работа, 18 часов – контроль
------------------------	---

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 № 866, и паспорта специальности, указанной в номенклатуре специальностей научных работников паспорта научной специальности 01.02.01 Теоретическая механика, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение уравнений движения мобильных роботов, построение математических моделей управляемого движения роботов.

Задачами дисциплины являются

- ознакомление с методами построения математических моделей движения мобильных роботов в изменяющейся среде;
- изучение методов повышения точности и эффективности функционирования новых типов робототехнических и мехатронных систем.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- участие в организации научно-исследовательской, проектной, учебно-профессиональной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и дополнительного профессионального образования под руководством специалиста более высокой квалификации (ПК-2);
- проводить научные исследования и реализовывать проекты (ПК-3).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- основы механики, математического анализа, теории управления (ПК-3);
- принципы построения математических моделей механических систем (ПК-4);

уметь:

- применять математические методы в ходе решения практических задач (ПК-3);
- пользоваться современным математическим обеспечением для инженерных расчётов (ПК-4);

владеть:

- понятиями и основными алгоритмами математического анализа и математической логики (ПК-3);
- современными информационными технологиями и навыками использования компьютера как средства работы с информацией (ПК-3);
- навыками построения и исследования математических и механических моделей технических систем (ПК-4).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Методика получения уравнений движения мобильных роботов. Общие теоремы динамики. Принцип Даламбера-Лагранжа. Обобщенные координаты. Виртуальные перемещения. Голономные и неголономные системы. Уравнения Лагранжа. Уравнения Лагранжа с множителями. Уравнения Аппеля. Уравнения Рауса для систем с циклическими координатами. (15 час.)

Анализ уравнений динамики робота. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. Функции Ляпунова. Теоремы второго метода Ляпунова. Критерий устойчивости Рауса-Гурвица. Влияние структуры сил на характер устойчивости положения равновесия. Бифуркации стационарных состояний. Понятие о разделении движений и методах осреднения. (13 час.)

Задачи управления движением. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость линейных систем. Критерии управляемости и наблюдаемости. Управление по принципу обратной связи. Стабилизация по первому приближению. Фильтр Калмана. Совместная задача оценивания и управления. Методы определения местоположения и ориентации объекта, движущегося в поле сил притягивающего центра. Уравнения ошибок инерциальной навигации и их свойства. Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования Беллмана. (15 час.)

Динамические системы, дифференциальные уравнения на многообразиях. Асимптотическая теория дифференциальных уравнений и систем. Дифференциальные уравнения и системы дифференциальных уравнений в задачах оптимального управления и вариационного исчисления. Прецизионные механические системы в мехатронике; особенности конструкции и компоновки. (13 час.)

Мехатронные устройства в микросистемном исполнении. Обобщенная структура мехатронной системы. Мобильные роботы. Шагающие роботы, экзоскелетоны. Обобщенная функциональная схема, элементы и подсистемы роботов: очувствления; управляющие устройства; средства передвижения. Проблемы управления многокомпонентными системами. Мини- и

микроробототехнические системы. Особенности и области применения. Математическое описание роботов, манипуляционных механизмов и мехатронных агрегатов. Однородные координаты; решение задачи о положении звеньев манипулятора; прямая и обратная задачи кинематики. (15 час.)

Особенности управления мобильным роботом в условиях неопределенности. Современные методы интеллектуального управления мехатронными системами. Понятие мультиагентной системы. Математическое описание робототехнического комплекса как сети конечных автоматов. Применение методов искусственного интеллекта для управления робототехническими системами. (13 час.)

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

1 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Методика получения уравнений движения мобильных роботов. Анализ уравнений динамики робота.
2. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость.
3. Задачи управления движением. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость линейных систем.
4. Критерии управляемости и наблюдаемости. Управление по принципу обратной связи.
5. Принцип максимума Понтрягина.
6. Метод динамического программирования Беллмана.
7. Асимптотическая теория дифференциальных уравнений и систем.
8. Мехатронные устройства в микросистемном исполнении.
9. Обобщённая структура мехатронной системы. Мобильные роботы. Шагающие роботы, экзоскелетоны.
10. Обобщенная функциональная схема, элементы и подсистемы роботов: осязательства; управляющие устройства; средства передвижения.
11. Проблемы управления многокомпонентными системами. Мини- и микроробототехнические системы. Особенности и области применения.
12. Математическое описание роботов, манипуляционных механизмов и мехатронных агрегатов.

13. Применение методов искусственного интеллекта для управления робототехническими системами.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Егоров А.И. Основы теории управления. М.: Физматлит. 2007.
2. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Том 1. Линейные системы М.: Физматлит. 2007
3. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Том 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. М.: Физматлит. 2007.
4. Ким Д.П. Сб. задач по теории автоматического управления. Том 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. М.: Физматлит. 2008.
5. Ким Д.П., Дмитриева Н.Д. Сб. задач по теории автоматического управления. Том 1. Линейные системы. М.: Физматлит. 2007.
6. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Физматлит. 2007.
7. Токарев В.В., Соколов А.В. Методы оптимальных решений. В 2 т. Том 1. Общие положения. Математическое программирование. М.: Физматлит. 2012.
8. Токарев В.В. Методы оптимальных решений. В 2 т. Том 2. Многокритериальность. Динамика. Неопределенность. М.: Физматлит. 2012.

Дополнительная литература:

9. Управляемое движение мобильных роботов по произвольно ориентированным в пространстве поверхностям / В.Г. Градецкий, В.Б. Вешняков, С.В. Калиниченко, Л.Н. Кравчук. М.: Наука, 2001.
10. Четаев Н.Г. Устойчивость движения. М.: Наука. 1965.
11. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Физматлит. 1969.
12. Журавлев В.Ф., Климов Д.М. Прикладные методы теории колебаний. М.: Наука. 1988.