

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе



Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 01.06.01 Математика и механика

Направленность (специальность) 01.02.01 Теоретическая механика

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины по выбору

«Численные методы в задачах оптимизации и управления»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.2.2

Всего: 108 часов

Семестр 3, 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 решение задач, возникающих при оптимизации, управлении и математическом моделировании механических систем.

Задачами дисциплины являются

- ознакомление с методами вычислительной математики в различных задачах механики и мехатроники;
- применение численных и аналитических методов решения краевой задачи о колебаниях корпуса робота при комфортабельной походке;
- изучение методов повышения точности и эффективности функционирования новых типов робототехнических, 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);
- готовить предложения к портфелю проектов по направлению деятельности и заявки на участие в конкурсах на финансирование научной деятельности (ПК-4).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- основы механики, математического анализа, аналитических и численных методов исследования движения и управления механическими системами (ПК-2);
- принципы построения систем управления (ПК-2);
- методы оптимизации движения механических систем (ПК-4);

уметь:

- применять математические методы в ходе решения практических задач (ПК-2);
- пользоваться современным математическим обеспечением для инженерных расчётов (ПК-4);

владеть:

- понятиями и основными алгоритмами математического анализа (ПК-2);
- современными информационными технологиями и навыками использования компьютера как средства работы с информацией (ПК-2);
- практическими навыками программирования на языке высокого уровня (ПК-2);

- навыками построения и исследования математических и механических моделей технических систем (ПК-4).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Конфигурационное многообразие системы с конечным числом степеней свободы. Обобщенные координаты. Виртуальные перемещения. Голономные и неголономные системы. Уравнения Лагранжа. Уравнения Лагранжа с множителями. Уравнения Аппеля. Уравнения Рауса для систем с циклическими координатами. Принцип наименьшего принуждения Гаусса. Принцип Гамильтона-Остроградского. (15 часов).
2. Принцип наименьшего действия в формах Лагранжа и Якоби. Обобщенные импульсы. Преобразования Лежандра. Уравнения Рауса и Гамильтона. Первые интегралы. Скобки Пуассона. Теорема Лиувилля о фазовом объеме. Канонические преобразования. Локальный критерий каноничности. Производящие функции. Метод Биркгофа нормализации гамильтониана. Уравнение Гамильтона-Якоби. Переменные действие-угол. Теорема Лиувилля об инвариантных торах. (13 часов).
3. Задача управления по принципу обратной связи. Стабилизация по первому приближению. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость линейных систем. Критерии управляемости и наблюдаемости. Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования Беллмана. Связь принципа максимума с методом Беллмана. (15 часов).
4. Создание алгоритмов численного решения дифференциальных уравнений, теории вероятностей и случайных процессов, типичных для приложений вычислительной математики к различным задачам механики и мехатроники. Использование современных алгебро-дифференциальных систем и связанных с ними численных методов. (13 часов).
5. Реализация численных методов в решении задач, возникающих при математическом моделировании проблем механики и мехатроники, соответствие выбранных алгоритмов специфике рассматриваемых задач. Расчет управляющих моментов при ходьбе шагающего аппарата. (15 часов).
6. Решение краевой задачи о колебаниях корпуса при комфортабельной походке. Применение интерполяционного полинома для оценки энергетики. (13 часов).

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

3 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Конфигурационное многообразие системы с конечным числом степеней свободы. Принцип наименьшего действия в формах Лагранжа и Якоби.
2. Уравнение Гамильтона-Якоби.
3. Стабилизация по первому приближению. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость линейных систем.
4. Критерии управляемости и наблюдаемости.
5. Принцип максимума Понтрягина.
6. Метод динамического программирования Беллмана. Связь принципа максимума с методом Беллмана.

7. Создание алгоритмов численного решения дифференциальных уравнений, теории вероятностей и случайных процессов, типичных для приложений вычислительной математики к различным задачам механики и мехатроники.
8. Использование современных алгебро-дифференциальных систем и связанных с ними численных методов.
9. Реализация численных методов в решении задач, возникающих при математическом моделировании проблем механики и мехатроники, соответствие выбранных алгоритмов специфике рассматриваемых задач. Расчет управляющих моментов при ходьбе шагающего аппарата.
10. Решение краевой задачи о колебаниях корпуса при комфортабельной походке. Применение интерполяционного полинома для оценки энергетики.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.А. Оптимальное управление, 3-е изд., испр. и доп. М.: Физматлит. 2007.
2. Власов К.П. Теория автоматического управления. Основные положения. Программы расчета. М.: Физматлит. 2013.
3. Егоров А.И. Основы теории управления. М.: Физматлит. 2007.
4. Ким Д.П., Дмитриева Н.Д. Сб. задач по теории автоматического управления. Том 1. Линейные системы. М.: Физматлит. 2007.
5. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Том 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. М.: Физматлит. 2007.
6. Ким Д.П. Сб. задач по теории автоматического управления. Том 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. М.: Физматлит. 2008.

Дополнительная литература:

7. Воробьев Е.М. Введение в систему "Математика": Учеб. пособие. М: Финансы и статистика, 1998.
8. Белецкий В.В. Двухногая ходьба: модельные задачи динамики и управления. М.: Наука 1984.
9. Журавлев В.Ф., Климов Д.М. Прикладные методы теории колебаний. М.: Наука. 1988.
10. Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления. М.: Высшая школа. 1998.
11. Александров В.В., Болтянский В.Г., Лемак С.С., Парусников Н.А., Тихомиров В.М. Оптимизация динамики управляемых систем. Изд-во МГУ. 2000.
12. Борисов А.В., Мамаев И.С. (Ред.) Неголономные динамические системы. НИЦ РХД. 2002.