

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

«Теория оптимального управления и оценивания»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.3.1

Всего: 72 часа

Семестр 5, в том числе

6 часов – контактная работа,
48 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 применение методов оптимального управления и оценивания в задачах механики, робототехники и мехатроники.

Задачами дисциплины являются

- ознакомление с методами построения оптимального управления в различных технических системах;
- изучение методов исследования движения механических систем в изменяющейся среде;
- изучение методов повышения точности и эффективности функционирования новых типов технических, мехатронных систем.

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

- способность организации научно-исследовательской, проектной, учебно-профессиональной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и ДПО под руководством специалиста более высокой квалификации (ПК-2);
- способность 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 управляемого движения, математического анализа систем управления (ПК-2);
- принципы построения математических моделей управляемых механических систем (ПК-3);
- методы исследования движения механических систем (ПК-3);

уметь:

- уметь применять математические методы в ходе решения практических задач (ПК-2);
- уметь пользоваться современным математическим обеспечением для инженерных расчётов (ПК-3);

владеть:

- понятиями и основными алгоритмами математического анализа и математической логики (ПК-2);
- навыками построения и исследования математических и механических моделей технических систем (ПК-3).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Специальные задачи динамики. Основная задача внешней баллистики. Классические задачи динамики твердого тела. Случаи Эйлера, Лагранжа.

Стационарные движения: перманентные вращения и регулярная прецессия. Принцип Даламбера-Лагранжа. (10 часов).

2. Теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Понятие о критических случаях. Критический случай пары чисто мнимых корней. Устойчивость стационарных движений механической системы. Теорема Лагранжа об устойчивости положения равновесия и ее обобщения. Обращение теоремы Лагранжа. Коэффициенты устойчивости Пуанкаре. Влияние структуры сил на характер устойчивости положения равновесия. (8 часов).
3. Структурный анализ и линейный синтез управляемых систем. Управление по принципу обратной связи. Стабилизация по первому приближению. Оценивание состояния линейных систем. Фильтр Калмана. Совместная задача оценивания и управления. Оптимальное управление. Постановка задач оптимального управления, их классификация (8 часов).
4. Принцип максимума Понтрягина. Краевая задача принципа максимума. Линейная задача быстрогодействия, ее свойства (существование решения, число переключений). Принцип максимума и вариационное исчисление. (8 часов).
5. Управляемость и наблюдаемость в линейных системах, их взаимосвязь (взаимодвойственность). Теоремы Калмана, Красовского. Метод динамической регуляризации в задаче наблюдения. Дифференциальные игры. (8 часов).
6. Проблемы синтеза и сложность управляющих систем, в частности, сложность алгоритмов и вычислений. Эквивалентные преобразования управляющих систем и контроль их функционирования. (6 часов).

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

5 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Специальные задачи динамики. Основная задача внешней баллистики. Классические задачи динамики твердого тела. Случаи Эйлера, Лагранжа.
2. Стационарные движения: перманентные вращения и регулярная прецессия. Принцип Даламбера-Лагранжа.
3. Теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению.
4. Теорема Лагранжа об устойчивости положения равновесия и ее обобщения. Обращение теоремы Лагранжа.
5. Структурный анализ и линейный синтез управляемых систем. Управление по принципу обратной связи.
6. Фильтр Калмана. Совместная задача оценивания и управления.
7. Принцип максимума Понтрягина. Краевая задача принципа максимума.
8. Линейная задача быстрогодействия, ее свойства.
9. Принцип максимума и вариационное исчисление.
10. Метод динамической регуляризации в задаче наблюдения.
11. Проблемы синтеза и сложность управляющих систем, в частности, сложность алгоритмов и вычислений.
12. Эквивалентные преобразования управляющих систем и контроль их функционирования.

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. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Физматлит. 2007.
3. Токарев В.В., Соколов А.В. Методы оптимальных решений. В 2 т. Том 1. Общие положения. Математическое программирование. М.: Физматлит. 2012.
4. Токарев В.В. Методы оптимальных решений. В 2 т. Том 2. Многокритериальность. Динамика. Неопределенность. М.: Физматлит. 2012.

Дополнительная литература:

5. Управляемое движение мобильных роботов ПО произвольно ориентированным в пространстве поверхностям / В.Г. Градецкий, В.Б. Вешняков, С.В. Калинин, Л.Н. Кравчук. М.: Наука. 2001.
6. Четаев Н.Г. Устойчивость движения. М.: Наука. 1965.
7. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Физматлит. 1969.
8. Журавлев В.Ф., Климов Д.М. Прикладные методы теории колебаний. М.: Наука. 1988.
9. Уиттекер Е.Т. Аналитическая динамика. Изд-во Удмурдского университета. 1999.
10. Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления. М.: Высшая школа. 1998.
11. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Управление роботами. М.: Изд-во МГТУ, 2000.
12. Шахинпур К. Курс робототехники. М.: Мир, 1990.
13. Черноусько Ф.Л., Болотник Н.Н., Градецкий В.Г. Манипуляционные роботы. Динамика, управление, оптимизация. М.: Наука, 1989.
14. Подураев Ю.В. Основы мехатроники. М.: Изд-во «Станкин», 2000.
15. Ланцош К. Вариационные принципы механики. М.: Мир. 1965.
16. Александров В.В., Болтянский В.Г., Лемак С.С., Парусников Н.А., Тихомиров В.М. Оптимизация динамики управляемых систем. Изд-во МГУ, 2000.
17. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкредидзе Р.В., Мищенко Б.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М.: Наука. 1967.