

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 устойчивости и стабилизации движений»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.2.1

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 изучение основ теории устойчивости и стабилизации движений механических систем.

Задачами дисциплины являются

- ознакомление с методами исследования устойчивости;
- изучение методов разделения движений и осреднения;
- изучение методов повышения точности и эффективности функционирования новых типов робототехнических, мехатронных систем.

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

- способность к преподаванию учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) или отдельных видов учебных занятий по программам бакалавриата и ДПО (ПК-1);
- 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:

- принципы построения математических моделей механических систем (ПК-1);
- методы исследования устойчивости движения механических систем (ПК-3);

уметь:

- применять математические методы в ходе решения практических задач (ПК-3);

владеть:

- 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-1).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Динамика систем. 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. (18 часов).
2. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. Функции Ляпунова. Общие теоремы второго метода Ляпунова. Критерий Рауса-Гурвица. Частотные

- критерии (критерии Михайлова, Найквиста). Теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Понятие о критических случаях. Критический случай пары чисто мнимых корней. Теорема Лагранжа об устойчивости положения равновесия и ее обобщения. Обращение теоремы Лагранжа. Коэффициенты устойчивости Пуанкаре. Влияние структуры сил на характер устойчивости положения равновесия. Бифуркации стационарных состояний. Автоколебания, как устойчивые предельные циклы на фазовой плоскости. Понятие нормальной формы Пуанкаре. (18 часов).
3. Понятие о разделении движений и методах осреднения. Метод точечных отображений. Принцип наименьшего принуждения Гаусса. Принцип Гамильтона-Остроградского. Принцип наименьшего действия в формах Лагранжа и Якоби. Обобщенные импульсы. Уравнения Гамильтона. Первые интегралы. Скобки Пуассона. Теорема Лиувилля о фазовом объеме. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость линейных систем. Стабилизация по первому приближению. Оценивание состояния линейных систем. (18 часов).
 4. Равновесие и бифуркационные диаграммы. Диаграммы особенностей. Складка, сборка Уитни, ласточкин хвост. Фазовая топология случая Лагранжа. Неголономные системы Чаплыгина. (15 часов).
 5. Неголономные задачи о качении тел с острым краем по неподвижной плоскости. (15 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. Динамика систем. Принцип Даламбера-Лагранжа.
2. Обобщенные координаты. Виртуальные перемещения. Голономные и неголономные системы.
3. Уравнения Лагранжа. Уравнения Лагранжа с множителями.
4. Уравнения Аппеля. Уравнения Рауса для систем с циклическими координатами.
5. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. Функции Ляпунова.
6. Общие теоремы второго метода Ляпунова. Критерий Рауса-Гурвица.
7. Частотные критерии (критерии Михайлова, Найквиста).
8. Теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению.
9. Теорема Лагранжа об устойчивости положения равновесия и ее обобщения.
10. Обращение теоремы Лагранжа. Коэффициенты устойчивости Пуанкаре. Влияние структуры сил на характер устойчивости положения равновесия. Бифуркации стационарных состояний.
11. Автоколебания, как устойчивые предельные циклы на фазовой плоскости. Понятие нормальной формы Пуанкаре
12. Понятие о разделении движений и методах осреднения.
13. Метод точечных отображений.
14. Принцип наименьшего принуждения Гаусса. Принцип Гамильтона-Остроградского.
15. Принцип наименьшего действия в формах Лагранжа и Якоби.
16. Неголономные задачи о качении тел с острым краем по неподвижной плоскости.

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. Теория автоматического управления. Том 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. М.: Физматлит. 2007.
5. Ким Д.П., Дмитриева Н.Д. Сб. задач по теории автоматического управления. Том 1. Линейные 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. Appel' P. Теоретическая механика. Т.1,2. М.: Физматгиз. 1960.
8. Журавлев В.Ф. Основы теоретической механики. М.: Наука. 1997.
9. Маркеев А.П. Теоретическая механика. М.: ЧеРо, 1999.
10. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Физматлит. 1969.
11. Журавлев В.Ф., Климов Д.М. Прикладные методы теории колебаний. М.: Наука. 1988.
12. Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления. М.: Высшая школа. 1998.
13. Александров В.В., Болтянский В.Г., Лемак С.С., Парусников Н.А., Тихомиров В.М. Оптимизация динамики управляемых систем. Изд-во МГУ, 2000.
14. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Б.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М.: Наука. 1967.
15. Борисов А.В., Мамаев И.С. (Ред.) Неголономные динамические системы. НИЦ РХД. 2002.