

Спецкурсы кафедры теоретической механики и мехатроники для аспирантов

1. Фундаментальные проблемы аналитической механики

В спецкурсе излагаются основные принципы (принцип Даламбера-Лагранжа, принцип Гамильтона-Остроградского, принцип Гаусса, принцип Мопертюи-Лагранжа-Якоби и принцип Гамильтона в форме Пуанкаре) и уравнения аналитической механики (уравнения Лагранжа, Рауса, Гамильтона, Аппеля, Якоби, Уиттекера, Чаплыгина и Воронца). Излагаются фундаментальные проблемы гамильтоновой механики (канонические преобразования, теория Гамильтона-Якоби, переменные действие-угол, теория возмущений). Обсуждаются проблемы теории устойчивости движения механических систем и основы теории бифуркации, в частности, вопросы понижения порядка, построения эффективного потенциала, определения стационарных движений и инвариантных множеств, условий их устойчивости и ветвления, а также построения бифуркационных диаграмм Пуанкаре-Четаева и Смейла для консервативных или диссипативных механических систем с симметрией. Общие положения иллюстрируются многочисленными примерами из динамики точки и твердого тела в различных силовых полях. Также обсуждаются основные модели взаимодействия тела с плоскостью и рассматриваются задачи из динамики тяжелого твердого тела, опирающегося о неподвижную плоскость.

2. Специальные вопросы аналитической механики

Спецкурс посвящен вопросам аналитической механики классических и управляемых механических систем, выходящим за рамки стандартных курсов. В спецкурсе рассматриваются специальные задачи небесной механики, в частности, движение твердого тела в центральном гравитационном поле с учетом спутникового приближения гравитационного потенциала. Излагаются основы геометрических аспектов механики, основанные на групповых методах (группы и алгебры Ли, группы симметрий, группы вращений). Рассматриваются основные принципы и методы динамики управляемых систем, основанные на принципе максимума Понтрягина и теории регулярного синтеза. Эти методы сопоставляются с методом динамического программирования, уравнением Беллмана. Даются элементы теории дискретных и дифференциальных игр. Также рассматривается динамика систем с односторонними связями и ударами. Формулируется принцип Даламбера-Лагранжа для таких систем, из которого выводится лагранжева теория удара.

3. Дополнительные главы теоретической механики

Спецкурс является естественным продолжением стандартного курса теоретической механики, читаемом на отделении механики механико-математического факультета МГУ. В курсе развивается ряд классических тем (неголономная механика, теория возмущений, эргодическая теория), но на более подробном уровне, иногда вплоть до результатов, полученных в последние годы. В частности, доказывается теорема Фробениуса и обсуждаются ее приложения к механике неголономных систем и геометрии римановых многообразий. Теория удара излагается на основе результатов, полученных в последние годы на основе лагранжева формализма. Теория интеграла Пуанкаре излагается с общих позиций теории возмущений для систем общего вида, не только гамильтоновых.

4. Модели механики и управления в мехатронных системах

В спецкурсе приводятся основные сведения о мобильных роботах, мехатронных системах управления, излагаются математические модели и свойства приводов в мехатронных системах, обсуждаются критерии управляемости и наблюдаемости, алгоритмы управления и оценивания систем. Общие положения иллюстрируются примерами. Слушатели курса получают необходимые знания для создания программных систем управления роботами.

5. Навигация, сенсорика, искусственный интеллект роботов

В спецкурсе приводятся основные сведения о сенсорах роботов, затем с использованием этих данных изучаются задачи навигации мобильных роботов (локализация и прокладка пути), базовые задачи теории регуляторов с приложениями к роботам, рассматриваются задачи систем технического зрения, дальнометрии и задачи поиска и пеленгации объектов. Также в курсе обсуждаются системы с искусственным интеллектом, рассматриваются задачи синтеза поведения роботов, задачи группового управления и нейронавигации. Слушатели курса получают необходимые знания для создания современных сенсорных систем для управления роботами.