

Белорусский государственный университет  
Механико-математический факультет  
Кафедра теоретической и прикладной механики

Царева Алина Александровна

# Кинематическое и динамическое моделирование плоских механизмов в системе *Mathematica*

Руководитель: кандидат  
физ.-мат. наук, доцент кафедры  
Теоретической и прикладной механики  
Босяков Сергей Михайлович

Магистерская диссертация

Минск 2008

# Содержание

1. Актуальность.
2. Поставленные цели.
3. Объект и предмет исследования.
4. Научная гипотеза.
5. Основные результаты.
6. Научная новизна.
7. Положения, выносимые на защиту.



# Актуальность

- Одной из фундаментальных наиболее сложных и дисциплин, изучаемых студентами многих вузов, является теоретическая механика. При решении задач механики различного типа, возникает естественная необходимость корректной визуализации и отображения элементов конструкций, траекторий движений материальных точек и тел, числовых данных, а также в экономии времени на численных расчетах.
- Актуальной проблемой на данном этапе является возможность использования пакетов компьютерной математики и механики применительно к моделированию и анализу полученных данных. Именно поэтому данная работа посвящена кинематическому и динамическому моделированию плоских механизмов, а также разработке электронного учебно-методического комплекса по теоретической механике на базе полученных результатов в системе *Mathematica*.



# Поставленные цели

- создание математических моделей основных задач механики, кинематических и динамических моделей плоских механизмов;
- расчет и создание генераций схем и условий для индивидуальных заданий;
- построение математических моделей движений материальных точек;
- создание анимаций различных видов движения;
- интеграция полученных результатов для разработки электронного учебно-методического комплекса
- Внедрение разработанного курса в справочную систему пакета *Mathematica*



# Объект и предмет исследования

- Объектом исследования являются кинематические и динамические характеристики плоских механизмов, математическое моделирование, а также внутренняя структура справочной системы пакета *Mathematica*.



# Научная гипотеза

- Зависимость координат точки М от времени можно представить в виде:

$$x_M = OA \cos(t) + \frac{AM}{b} \sqrt{b^2 - (OA \sin(t) - y)^2},$$

$$y_M = OA \sin(t) - \frac{AM}{b} (OA \sin(t) - y).$$

- Координата является одним из решений уравнения

$$AB^2 - (OA \sin(t) - y)^2 = ((OC + y) \cot(\alpha) - OA \cos(t))^2$$



# Основные результаты

## Построение математических моделей в системе Mathematica

- При построении математических моделей были составлены уравнения, описывающие траектории движения, а также положение точек на плоских механизмах и самих механизмов. Данные уравнения были запрограммированы в пакете *Mathematica*:
- `gr=Graphics[{RGBColor[0,0,1],Thickness[0.004],Line[Table[{d Cos[p t]+r2 Cos[-(p t) r1/r2+p t],d Sin[p t]+r2 Sin[-(p t) r1/r2+p t]},{p,0,1,1/50}]]}]/.subst6;`



# Анимация движения и построение траекторий

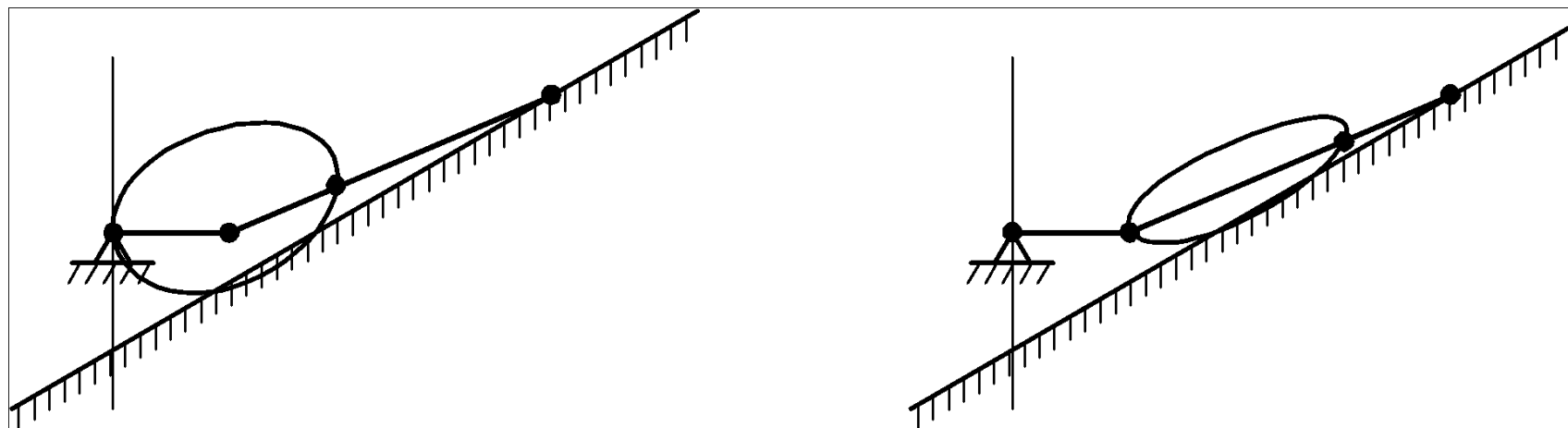
Анимация движения и построение траекторий выполняются на основании кинематических уравнений, описывающих зависимость координат характерных точек механизмов от времени. Это позволяет управлять анимацией, задавая в окнах ввода геометрические параметры, определяющие положение рассматриваемой точки на звене механической системы.

Для анимации движения, следует составить кинематические уравнения для точки А, в которой коленчатый вал соединяется с шатуном, и точки В, являющейся другим концом шатуна, в которой находится поршень, движущийся по наклонной направляющей. Также необходимо задать кинематические уравнения для построения траектории движения точки М, расположенной на шатуне АВ. Модель механизма, с описанной траекторией точки различным образом расположенной на звене плоского механизма, представлена на [рисунке](#):





# Модель кривошипно-шатунного механизма



# Генерация индивидуальных заданий

- Содержание учебного комплекса составляют текстовые ячейки с формулировкой постановки задачи, а также кнопки типа ButtonBox, позволяющие задать графическую схему совместно с числовыми данными.
- Генерация схемы осуществляется случайным образом на основании восьми базовых графических объектов и экспортируется в графический файл с расширением JPEG
- Числовые данные выбираются из определенного диапазона, ограниченного предельными значениями необходимых данных для элементов схемы, и автоматически добавляются в графический файл.
- В ходе генерации графического и численного условий индивидуальных практических заданий осуществляется идентификация студента.



# Научная новизна

- Построены кинематические и динамические модели плоских механизмов



# Основные положения, выносимые на защиту

- Кинематическое и динамическое моделирование плоских механизмов
- создание математических моделей основных задач механики
- расчет и создание генераций схем и условий для индивидуальных заданий;
- построение математических моделей движений материальных точек;
- создание анимаций различных видов движения



Спасибо за внимание!!!!

