

Выполнил: студент кафедры РВКС –
Максимилиан Тюткин



В ночь до выступления отчет был послан
научному руководителю: проф. Сениченкову Ю.Б.

Отчет о НИР «О возможности применения пакета RMD для изучения движения материальных тел»

- » Великий Аристотель утверждает [1], что «для движения нужен движитель». Трудно возразить великому физики, так как повседневный опыт подтверждает его гениальный закон: действительно, может ли телега сама доехать до дома?
- » И опыт, и Аристотель говорят, что скорость движения пропорциональна приложенной силе – опять же все мы знаем: «Баба с возу - кобыле легче».
- » Однако при внимательном рассмотрении, оказывается, что теория Аристотеля не до конца объясняет некоторые явления. Камень, брошенный бестолковой бабой в мужа, По Аристотелю должен немедленно остановиться, как только она выпустит камень из руки, не причинив вреда мужу, а нет – синяк налицо!
- » Действительно:

Неформальное описание проблемы



- » Великий ученый Галилео Галилей [2] говорит:
- » «Если закон Аристотеля записать в форме $f = p * V$
- » где f - сила, V - вектор скорости, p - коэффициент пропорциональности, и применить его к камню, движущемуся в некоторой системе координат, то станет очевидным, что как только сила становится равной нулю, скорость тоже становится нулевой. Но опыт говорит, что тела еще некоторое время продолжают двигаться, после того как непосредственное воздействие на них прекращается....»
- » **Следовательно должна существовать еще какая-то неравномерная, постепенно уменьшающаяся и неведомая нам сила!**
- » Я проконсультировался с батюшкой, преподающего закон Божий в нашем университете, и он сказал, что неведомых сил не бывает, на все воля Божья!

Формализация задачи и контрпример.



- » Галилей построил еще один пример:
- » Пусть та же баба толкает тележку по берегу моря со скоростью V
- » Эту картину одновременно наблюдают двое: один на берегу, а второй – на корабле,двигающемся относительно берега с постоянной скоростью v .
- » Наблюдатель, измерив скорость тележки с корабля, установит, что она равна $V' = V - v$
- » Следовательно в подвижной системе координат к тележке приложена сила $f' = pV' = p(V - v)$,
- » а в неподвижной $f = pV$ -
- » Тут уж любой сообразит, что дело неладно: сил две, а баба – одна!

Галилеевы или инерциальные
системы отсчета



- » Устранить это противоречие предложил английский ученый I. Newton [] или ISAKO NEWTONO [3], что по-русски, наверное, будет звучать так: Исаак Ньютон.
- » Он заменил закон движения в форме Аристотеля,

$$f = p \cdot V$$

- » на новый

$$f = p \cdot \frac{d}{dt} V$$

- » Последнее дифференциальное уравнение второго порядка, при равной нулю силе, имеет решение
- »

$$V = \text{const}$$

- » что делает системы отсчета из предыдущего примера равноправными, а основной формой движения не покой, равномерное движение.

Уравнения Ньютона



- » Как справедливо отмечает заведующий нашей кафедры Ю.Г. Карпов в своей книге «Имитационное моделирование», компьютерное моделирование:
- » 1) дает возможность глубже понять явления и предсказать поведение объектов,
- » 2) позволяет избежать рутинных расчетов, особенно если вам доступны такие инструменты как AnyLogic [4] и Rand Model Designer [5], созданные сотрудниками и выпускниками нашей кафедры,
- » 3) снизить материальные затраты на проведение многочисленных дорогостоящих экспериментов, заменив их вычислительными. Когда гипотеза будет подтверждена для виртуальных объектов, достаточно провести один контрольный натурный эксперимент!
- » **Попробуем провести этот виртуальный эксперимент и подтвердить гипотезу Ньютона.**



- » В качестве изучаемого явления выберем полет тела в поле тяжести Земли, брошенного под углом к горизонту.
- » Математическая модель содержит два обыкновенных дифференциальных уравнения второго порядка и очень сложна для ручного расчета!
- » При применении современных инструментов моделирования*) для получения правильного решения достаточно только описать модель!
- » ☺ (я хотел выбрать пакет AnyLogic, рекомендованный в книге профессора Ю.Г. Карпова, но профессор Ю.Б. Сениченков настоял на применении пакета RMD, мотивируя это тем, что математические модели на языке MVL сохраняют привычную математическую нотацию, в то время как в AnyLogic используется «алгоритмическая нотация» – правую часть уравнения нужно писать в виде процедуры-функции на языке низкого уровня),



Математическая модель

The image shows a software interface for a mathematical model. On the left is a tree view of the model structure, and on the right is a system of equations editor.

Model Structure (Left Panel):

- Model
 - Параметры
 - alpha: double := pi/4;
 - g: double := 9.810;
 - m: double := 10;
 - V: double := 10;
 - x0: double := 0;
 - xV0: double := 0;
 - y0: double := 0;
 - yV0: double := 0;
 - Переменные
 - xA: double := 0;
 - xN: double := 0;
 - yA: double := 0;
 - yN: double := 0;
 - Константы
 - Функции и процедуры
 - Комментарий
 - Свойства экземпляра

System of Equations (Right Panel):

- Система уравнений
 - $m \cdot xN'' = 0;$
 - $m \cdot yN'' = -g;$
- Искомые переменные
 - xN, yN
- Начальные значения производных
 - $xN' = V \cdot \cos(\alpha)$
 - $yN' = V \cdot \sin(\alpha)$

Equations Editor (Bottom Right):

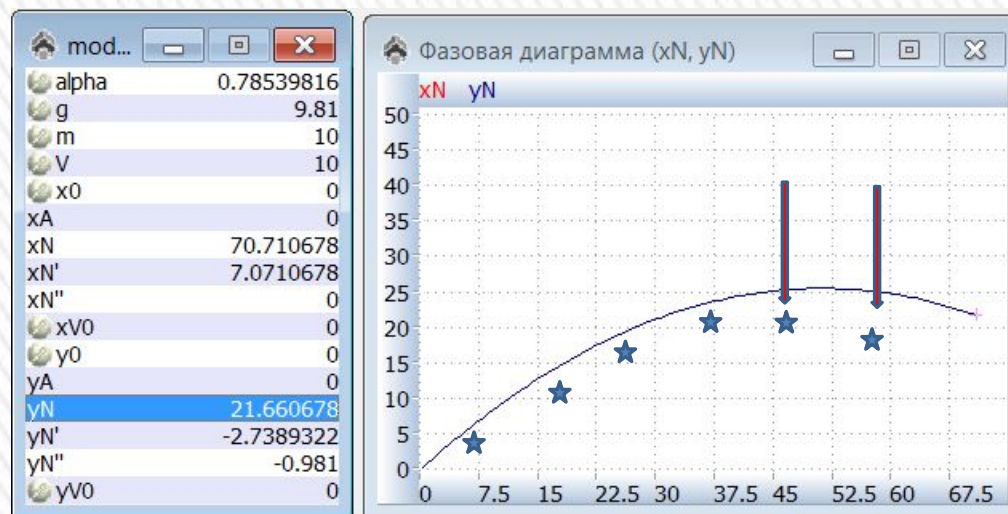
Редактор ...

$$m \cdot \frac{d^2 xN}{dt^2} = 0$$
$$m \cdot \frac{d^2 yN}{dt^2} = -g$$

Помощь OK Отмена



Вычислительный эксперимент –
звездочками помечены точки для
натурного эксперимента, проведенного
NASSA



Сравнение результатов натурального и вычислительного эксперимента

- » Как уже отмечалось Галилеем, модель Аристотеля предсказывает мгновенное падение камня на землю.
- » Ньютоновская модель дает много лучшие результаты, (несомненно достоверные качественно), а полученные отличия в предсказании времени и места падения объясняются наличием не учтенных сил трения.
- » чем я и буду заниматься в следующем семестре.



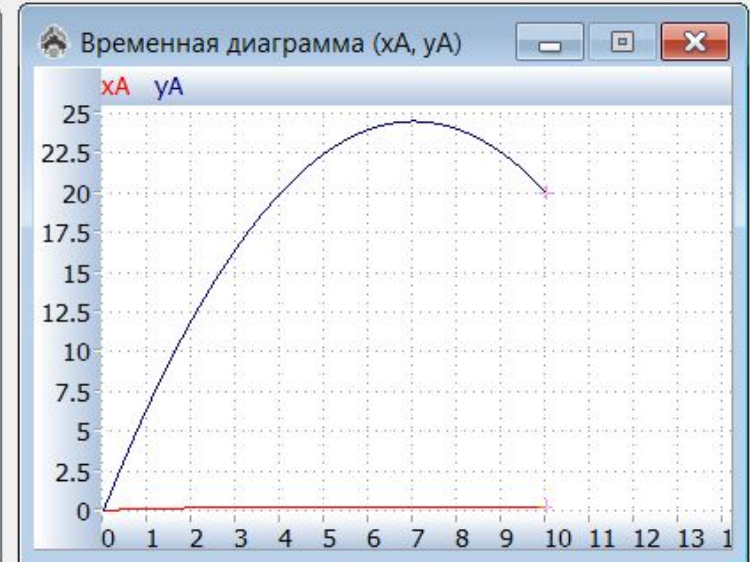
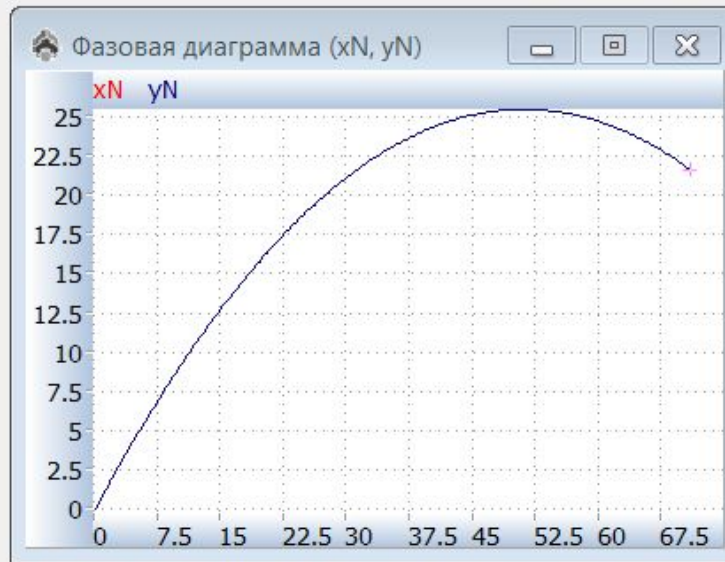
Гипотеза о силе Божьей

- » Математическое моделирование позволяет проверить и гипотезу о силе Божьей.
- » Батюшка, читающий Закон Божий, порекомендовал мне сравнить две возможные силы: пропорциональные 1) убывающей экспоненте и 2) линейной функции от времени.
- » Опираясь на данные реального полета, я подобрал коэффициенты функций, обеспечивающие падение шарика в замеренной точке.



» А) Ньютон

Б) Воля Божья



Направление дальнейшего
исследования



Список литературы

- » 1. из книги "ФИЛОСОФЫ ГРЕЦИИ ОСНОВЫ ОСНОВ: ЛОГИКА, ФИЗИКА, ЭТИКА" издательство ЭКСМО-Пресс; Харьков 1999, 1056 с. Перевод: В.П.Карпов
- » 2. Ньютон Исаак. Математические начала натуральной философии: Пер. с лат./Под ред. и с предисл. Л.С. Полака. Изд. 3-е – М: Издательство ЛКИ, 2008.- 704 с.
- » 3. Краснощеков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей - М: Издательство МГУ, 1983.- 264 с.
- » 4. www.AnyLogic.com
- » 5. www.mvstudium.com



СПАСИБО!

