

**Динамическое моделирование**

**Моделирование физических процессов**

**Динамическое моделирование описывает процесс развития моделирующей системы, которая характеризуется изменением величин во времени и пространстве.**

**В классической физике, механике, биологии и других науках процессы непрерывны и описываются с помощью дифференциальных уравнений.**

**Для описания изменяющихся процессов делают разбиение непрерывного времени на отрезки длиной  $\Delta x$**

**Это по сути представление информации в дискретной форме, что соответствует представлению информации в компьютере.**

**Чем меньше величина  $\Delta t$  , тем выше точность вычисления значений функции, но в этом случае требуется больше вычислений.**

**Для определения оптимальной величины  $\Delta t$  используется следующий прием:**

**Отрезок  $[t_0; T]$  проходят с некоторым шагом  $\Delta t$**

**Затем с шагом  $\Delta t$  в два раза меньшим.**

**Сравнение результатов позволяет составить представление о реальной точности результатов.**

## Моделирование физических процессов

**В физике существует много процессов, в которых с течением времени меняются обычно неизменные параметры. Примеры: затухающие колебания, выравнивание температур при теплообмене и др.**

**Моделируются такие процессы с помощью метода, при котором изменение физических величин рассматривается за очень маленький промежуток времени, остальные параметры считаются неизменными.**

**Пример: задача на движение тела, которое описывается вторым законом Ньютона**

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

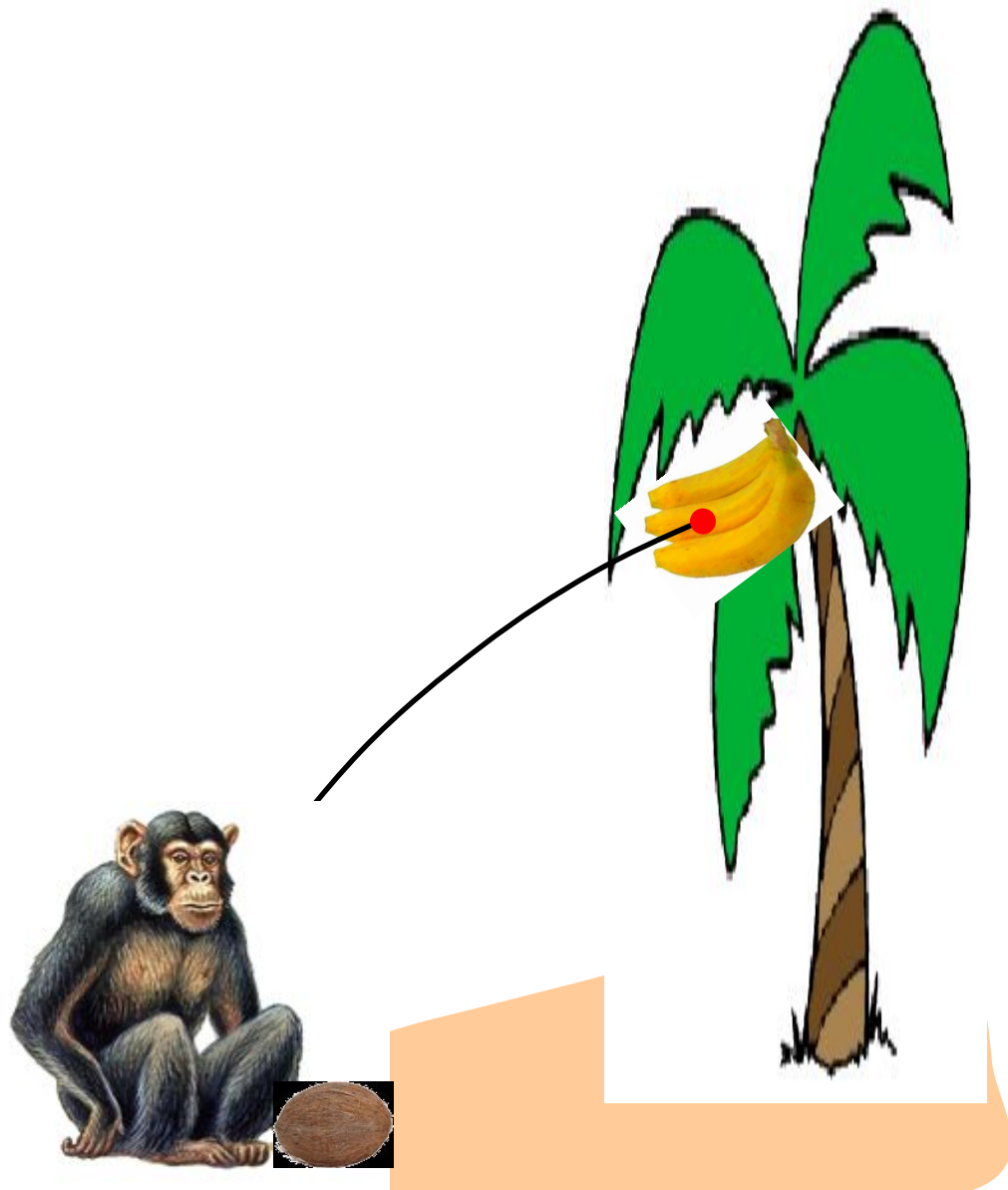
**При описании реальных процессов сила и масса не постоянны и зависят от времени, скорости, пройденного пути. Например, чем с большей скоростью летит самолет, тем больше сила сопротивления, в полете вырабатывается топливо, значит масса самолета уменьшается.**

**Наличие зависимости силы или массы хотя бы от одного параметра делает ускорение величиной переменной.**

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} \approx a(t); \frac{\Delta s}{\Delta t} \approx v(t)$$

**Знаки приближенного равенства свидетельствуют о том, что чем меньше величина  $\Delta x$ , тем точнее значение скорости и ускорения.**

# Движение тела, под углом к горизонту



**Задача.** Обезьяна хочет сбить бананы на пальме. Как ей надо кинуть кокос, чтобы попасть им в бананы.

**Анализ задачи:**

- все ли исходные данные известны?
- есть ли решение?
- единственно ли решение?



# I. Постановка задачи

---

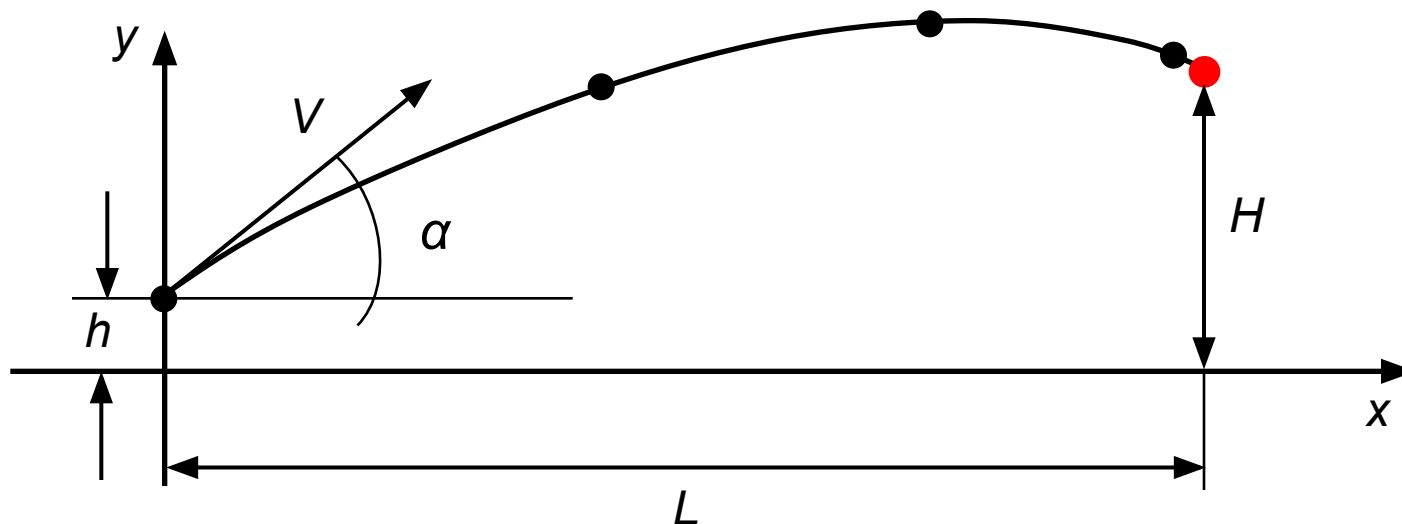
## Допущения:

- кокос и банан считаем материальными точками
- расстояние до пальмы известно
- рост обезьяны известен
- высота, на которой висит банан, известна
- обезьяна бросает банан с известной начальной скоростью
- сопротивление воздуха не учитываем

При этих условиях требуется найти начальный угол, под которым надо бросить орех.

# II. Разработка модели

## Графическая модель



## Формальная (математическая) модель

$$x = V \cos \alpha \cdot t, \quad y = h + V \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

**Задача:** найти  $t$ ,  $\alpha$ , при которых

$$V \cos \alpha \cdot t = L, \quad h + V \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = H$$

# III. Тестирование модели

---

## Математическая модель

$$x = V \cos \alpha \cdot t$$

$$y = h + V \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

- при нулевой скорости кокос падает вертикально вниз
- при  $t=0$  координаты равны  $(0, h)$
- при броске вертикально вверх ( $\alpha=90^\circ$ ) координата  $x$  не меняется
- при некотором  $t$  координата  $y$  начинает уменьшаться (ветви параболы вниз)

# Решение данной задачи в Excel

Исследование движения тела брошенного под углом к горизонту					
Начальная скорость $V_0$ (м/сек)	Угол бросания $\alpha$ (град)	Максимальная дальность полета (м)	Максимальная высота подъема (м)	Время полета (сек)	Задать величину шага $\Delta t$ (сек)
				<b>10</b>	<b>1</b>
Текущие значения					
Времени $t_i$	Дальности полета $L_i$	Высоты подъема $H_i$			

**В ячейки максимальная дальность полета, максимальная высота подъема, время полета необходимо записать соответствующие формулы.**

- Домашняя работа П2.
- **стр 14-17, уметь отвечать на вопросы стр 14**