



# Моделирование физических процессов

---

---



## Цель урока

рассмотреть процесс  
построения и исследования  
модели на конкретном  
примере

---

---



# Практическая работа № 32

## Проект «Бросание мяча в стенку»

**Цель работы: Научиться создавать компьютерные модели движения в электронных таблицах**

---



---

# Этапы построения модели

- I этап – описательная информационная модель
  - II этап – формализованная модель
  - III этап – компьютерная модель
  - IV этап – компьютерный эксперимент
  - V этап – анализ полученных результатов и корректировка исследуемой модели
-

**Описательная  
информационная  
модель**

**Выделение  
существенных  
параметров объекта**

**Формализованная  
модель**

**Запись на каком-либо  
формальном языке**

**Компьютерная модель**

**Запись на языке  
программирования  
или реализация алгоритма с  
использованием одного из  
приложений**

**Компьютерный  
эксперимент**

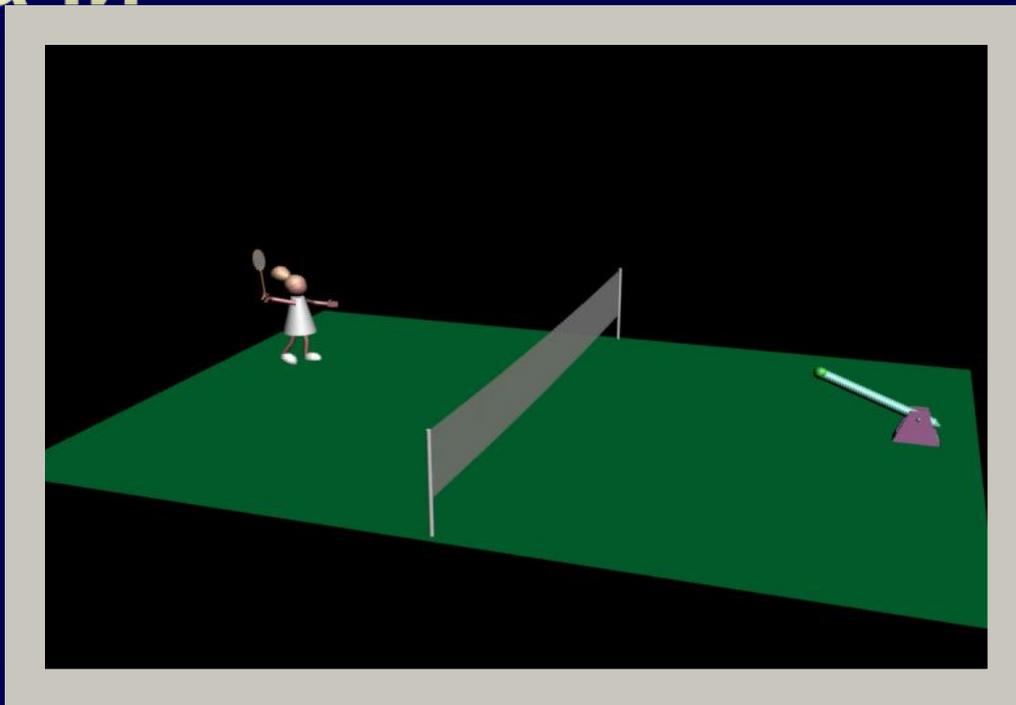
**Получение  
результатов**

**Анализ полученных  
результатов**

**Корректировка  
исследуемой  
модели**



# Содержательная постановка задачи

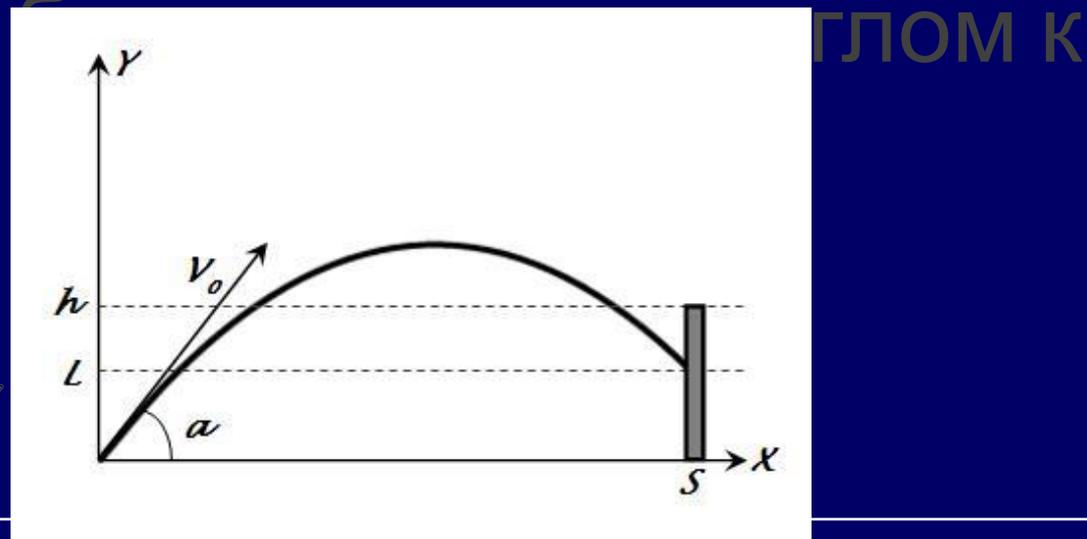


В процессе тренировок теннисистов используются автоматы по бросанию мячика в определенное место площадки. Необходимо задать автомату необходимую скорость и угол бросания мячика для попадания в мишень определенного размера, находящуюся на известном расстоянии.



# Исследование физических моделей

Рассмотрим процесс построения и исследования модели на конкретном примере движения тела,



# Постановка задачи

## Допущения:

- мяч считаем материальной точкой
- расстояние до стенки известно
- Высота стенки известна
- автомат бросает мяч с известной начальной скоростью
- сопротивление воздуха не учитываем

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



Всегда ли есть решение?

## МОДЕЛЬ

Формулы равномерного и равноускоренного движения:

$$x = v_0 \cdot \cos a \cdot t$$

$$y = v_0 \cdot \sin a \cdot t - g \cdot t^2 / 2.$$

Пусть мишень высотой  $h$  будет размещаться на расстоянии  $s$  от автомата. Из первой формулы выражаем время, которое понадобится мячику, чтобы преодолеть расстояние  $s$ :

$$t = s / (v_0 \cdot \cos a).$$

Подставляем это значение для  $t$  в формулу для  $y$ . Получаем  $L$  — высоту мячика над землей на расстоянии  $s$ :

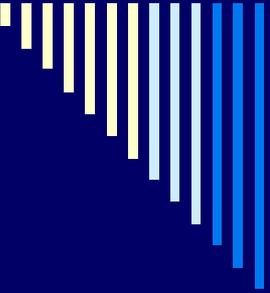
$$L = s \cdot \operatorname{tga} - g \cdot s^2 / (2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 a).$$

Формализуем теперь условие попадания мячика в мишень. Попадание произойдет, если значение высоты  $L$  мячика будет удовлетворять условию в форме неравенства:

$$0 \leq L \leq h.$$

Если  $L < 0$ , то это означает «недолет», а если  $L > h$ , то это означает «перелет».





---

## Задача.

Построить математическую модель физического процесса — движения тела, брошенного под углом к горизонту.

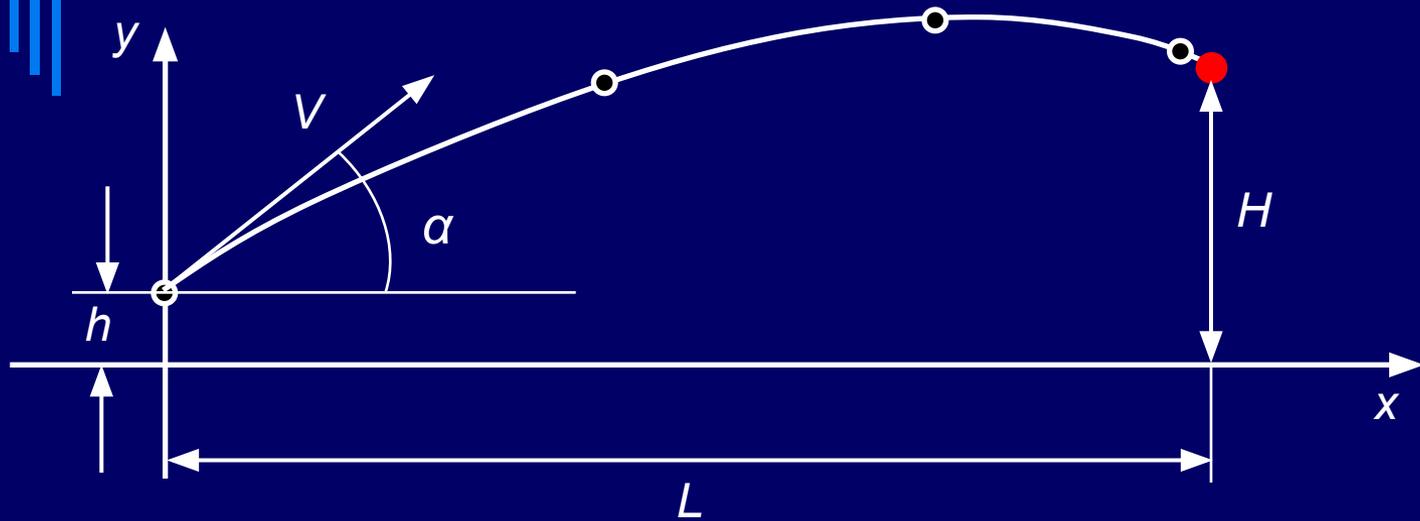
Выяснить зависимость расстояния и времени полета тела от угла броска и начальной скорости.

*Угол броска и начальная скорость являются главными факторами процесса моделирования.*

---

# Разработка модели

## Графическая модель



# Тестирование модели

## Математическая модель

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

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

- при нулевой скорости мяч 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)



# У Анализ результатов

1. Всегда ли мяч попадает в стену?
  2. Что изменится, если мяч будет лететь с с разной начальной скоростью?
  3. Что изменится, если требуется учесть сопротивление воздуха?
-



---

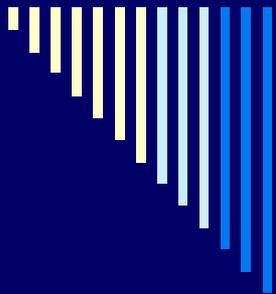
## Компьютерный эксперимент.

**I. Выяснить, как зависит дальность  
полета от угла броска.**

**(Используем Excel)**

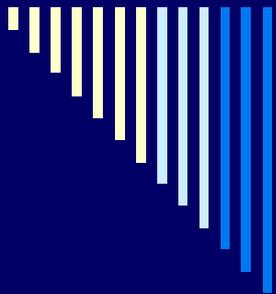
**В формульном виде:**

---



## Делаем выводы:

- С увеличением угла бросания от ... до... при постоянной начальной скорости полета дальность полета увеличивается.
- С увеличением угла бросания от ... до ... при постоянной начальной скорости полета дальность полета уменьшается.



**2. Выяснить, как зависит на Луне дальность полета от угла броска ( $g = 1,63 \text{ м/с}^2$ )**

**3. Выяснить, при каком угле броска, тело улетит на наибольшее расстояние.**

**Начальная скорость – 15 м/с, величина угла лежит в пределах от 30 до 70°.**

**Какое при этом будет время полета?**

**Формулы в ячейках остаются такими же,,  
меняются лишь исходные данные.**

---



# Домашнее задание

- Параграф 3.6.3
  - Задание 3.14
-

---



# Рефлексия

- На уроке я узнал...
  - При моделировании удобно использовать программу...
  - Данный метод я могу применить...
-