



**Движение тела,  
брошенного под углом к  
горизонту**

---

**4 этапа моделирования**

# 1 этап. Качественная описательная модель

- ✓ Можно ли ядро считать материальной точкой? Почему?
- ✓ Какая сила и в каком направлении действует на ядро?
- ✓ Какое ускорение сообщает эта сила?
- ✓ Чему равно это ускорение и как оно направлено?
- ✓ В горизонтальном направлении действует ли какая-либо сила?
- ✓ Что будет, если пренебречь сопротивлением воздуха?

✓ Каковы будут движения в этом направлении?

# Обобщение полученных результатов созданной описательной модели

Материальное тело брошено под углом  $\alpha$  к горизонту.

Оно участвует в 2-х независимых движениях:  
по вертикали – *равноускоренное*,  
по горизонтали – *равномерное*.

# Независимость движения



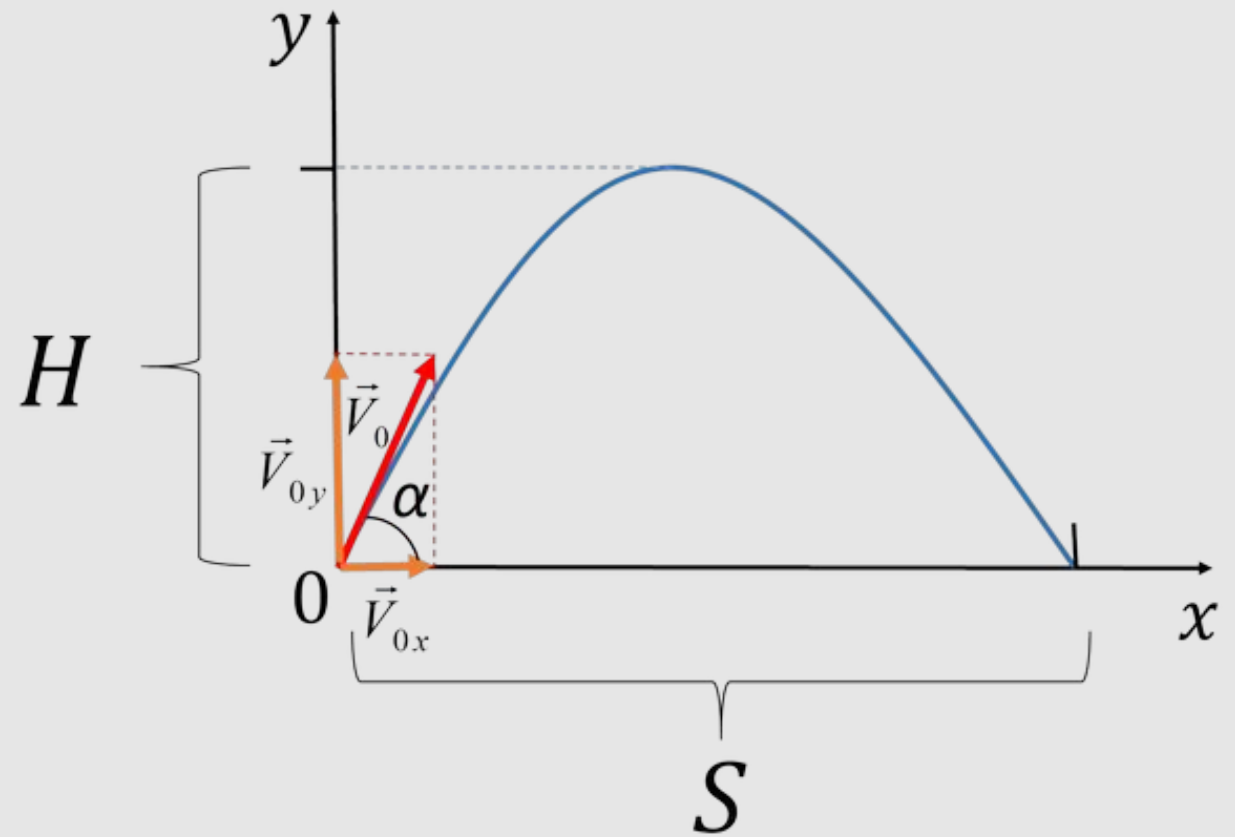
Время свободного падения тел, не имеющих вертикальной составляющей скорости, не зависит от траектории движения.

## 2 этап. Формальная модель

Для формализации модели используются известные формулы равномерного и равноускоренного движения

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$



## Формализация модели

$x=v_0 \cos \alpha t$  – равномерное движение

$y=v_0 \sin \alpha t - gt^2/2$  – равноускоренное движение

Точка падения ядра находится на поверхности Земли ( $y=0$ ), поэтому из второй формулы можно выразить время, которое понадобится ядру, чтобы достичь Земли.

$$v_0 \sin \alpha t - gt^2/2 = 0$$

$$t(v_0 \sin \alpha - gt/2) = 0$$

# Формализация модели

$$v_0 \sin \alpha t - gt/2 = 0$$

$$t = (2v_0 \sin \alpha) / g$$

Подставим полученное выражение в формулу для вычисления координаты  $x$  (это и есть дальность полёта)

$$x = (v_0 \cos \alpha \cdot 2v_0 \sin \alpha) / g$$

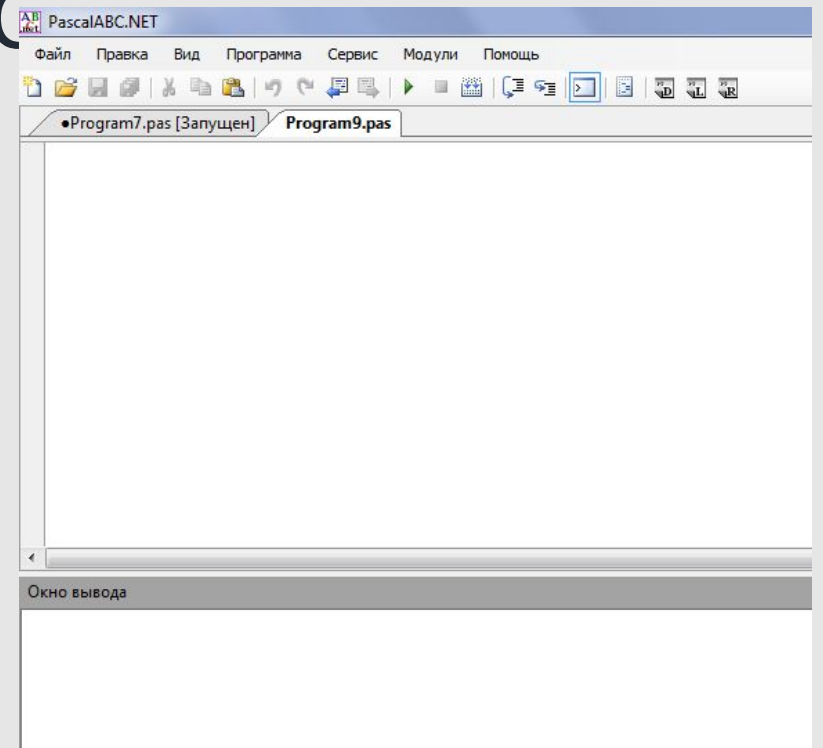
$$x = (v_0^2 \sin 2\alpha) / g$$

# 3 этап. Компьютерная модель движения тела

Используем программу Pascal ABC

Необходимо, чтобы программа содержала внесение значений:

- начальная скорость  $v_0$ ;
- высота полета  $H_0$ ;
- угол падения  $\alpha$ .





# 4 этап. Визуализация компьютерной модели

Итоговая модель должна соответствовать данному рисунку с вашими выбранными параметрами.

