

**ТЕМА:**  
**«БРОСАНИЕ МЯЧА ПОД  
ОПРЕДЕЛЁННЫМИ УГЛАМИ  
К ГОРИЗОНТУ ДЛЯ  
ПОПАДАНИЯ В  
ПЛОЩАДНУЮ ЦЕЛЬ»**

*Ивченко С.И.*  
*учитель*  
*информатики*

*1. ПОСТРОЕНИЕ И  
ИССЛЕДОВАНИЕ  
ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ*

**Рассмотрим процесс построения и исследования физической модели движения мячика, брошенного под углом к горизонту.**

## **Постановка задачи.**

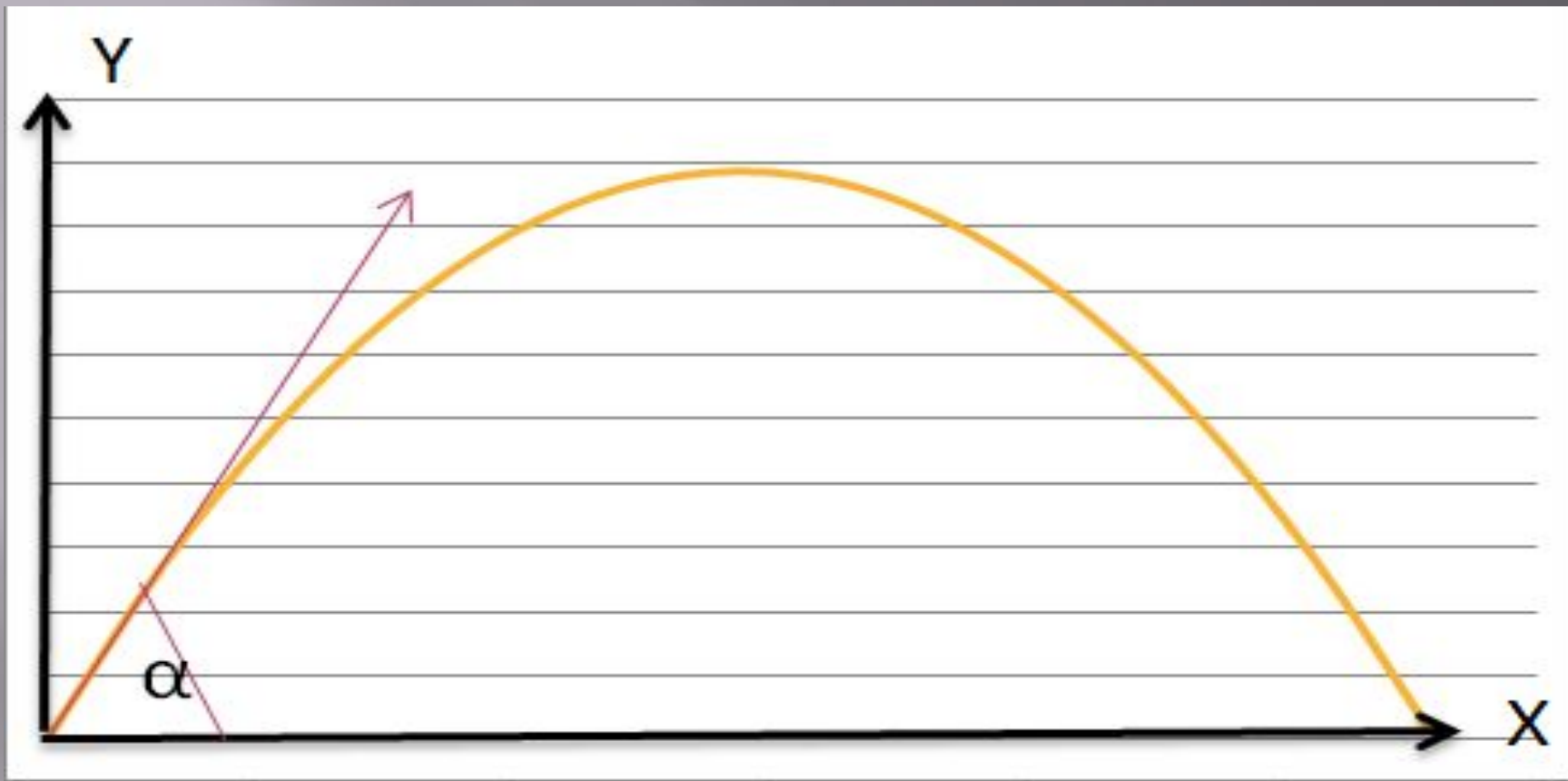
**Необходимо определить скорость и угол бросания мячика для попадания в площадку определенной длины, находящуюся на известном расстоянии.**

Для формализации модели используем известные из курса физики формулы равномерного и равноускоренного движения.

При заданных начальной скорости  $v_0$  и угле бросания  $\alpha$  значения координат дальности полета  $x$  и высоты  $y$  от времени можно описать следующими формулами:

$$(1) \quad x = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t$$

$$(2) \quad y = v_0 \cdot \sin\alpha \cdot t - g \cdot t^2 / 2$$



*Рис. Бросание мячика в площадку*

Площадка расположена на поверхности земли, поэтому из формулы (2) можно выразить время, которое понадобится мячику, чтобы достичь площадки:

$$v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - g \cdot t^2 / 2 = 0$$
$$t \cdot (v_0 \cdot \sin \alpha - g \cdot t / 2) = 0$$

Значение времени  $t = 0$  не имеет физического смысла, поэтому:

$$v_0 \cdot \sin \alpha - g \cdot t/2 = 0$$

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

Подставим полученное выражение для времени в формулу для вычисления координаты  $x$ :

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



Формализуем теперь условие попадания мячика в площадку. Пусть площадка расположена на расстоянии  $s$  и имеет длину  $l$ . Тогда попадание произойдет, если значение координаты  $x$  мячика будет удовлетворять условию в форме неравенства:

$$s \leq x \leq s + l$$

Если  $x < s$ , то это означает "*недолет*", а если  $x > s + l$ , то это означает "*перелет*".

*2. КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ  
ДВИЖЕНИЯ МЯЧИКА В  
ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦАХ*

**На основе формальной модели  
«Бросание мяча в площадку»  
создадим компьютерную модель с  
использованием электронных таблиц  
Excel и OpenOffice Calc.**

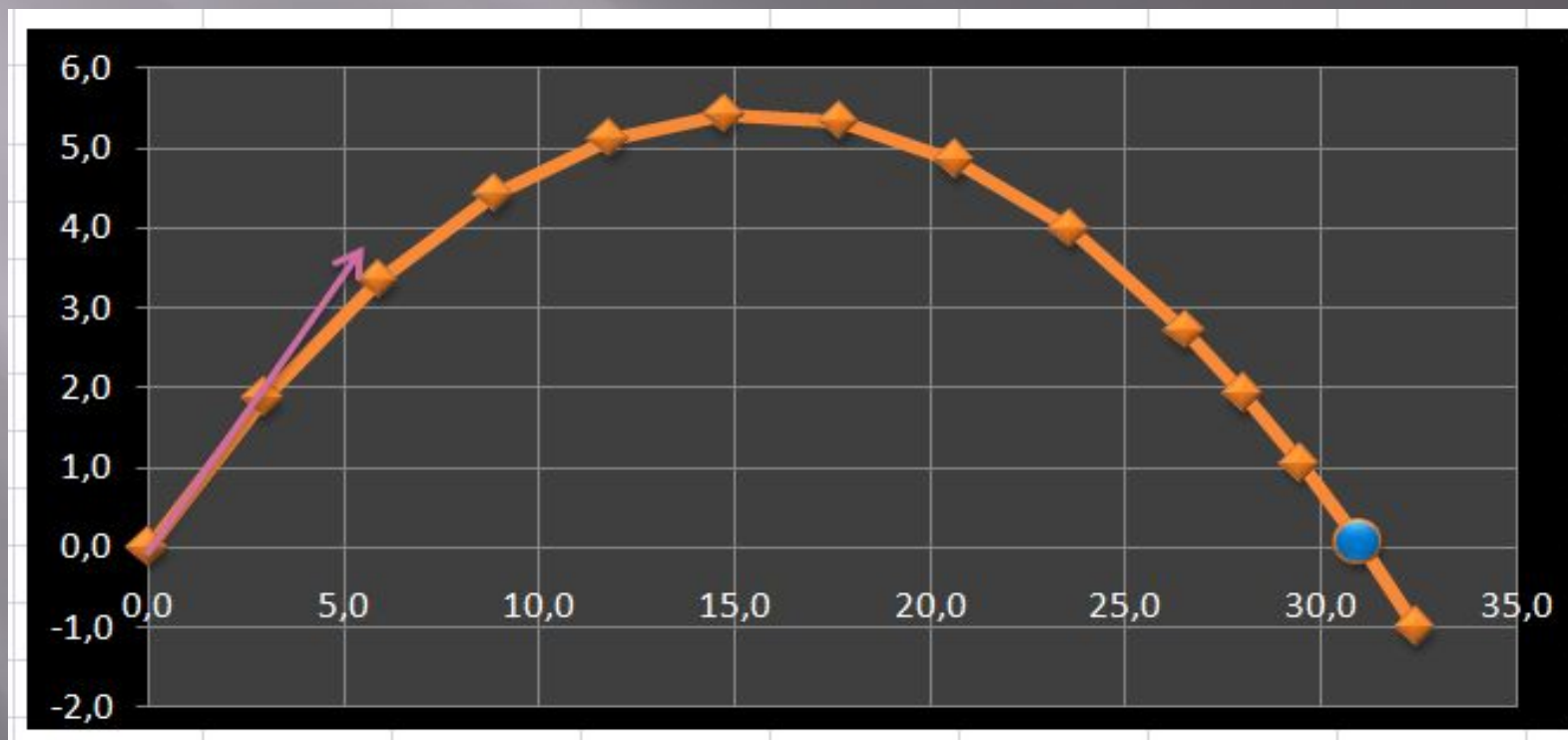
**Выделим в таблице определенные ячейки для ввода значений начальной скорости  $v_0$  и угла  $\alpha$  и вычислим по формулам (1) и (2) значения координат тела  $x$  и  $y$  для определенных значений времени  $t$  с заданным интервалом.**

1	Для ввода начальной скорости будем использовать ячейку В4, а для ввода угла – ячейку В5.
2	Введем в ячейки А7:А20 значения времени с интервалом в 0,2 с.
3	В ячейки В7 и С7 введем формулы: $=B\$4 * \text{COS}(\text{РАДИАНЫ}(B\$5)) * A7$ $=B\$4 * \text{SIN}(\text{РАДИАНЫ}(B\$5)) * A7 - 4,9 * A7 * A7$
4	Скопируем формулы в ячейки В8:В20 и С8:С20 соответственно.

# Электронная таблица

	A	B	C
1	$x = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t$		
2	$y = v_0 \cdot \sin\alpha \cdot t - g \cdot t^2 / 2,$		
3	где $g = 9,8 \text{ м/с}^2$		
4	$v_0 =$	18,0	м/с
5	$\alpha =$	35,0	град
6	$t$	$x$	$y$
7	0,0	0,0	0,0
8	0,2	2,9	1,9
9	0,4	5,9	3,3
10	0,6	8,8	4,4
11	0,8	11,8	5,1
12	1,0	14,7	5,4
13	1,2	17,7	5,3
14	1,4	20,6	4,9
15	1,6	23,6	4,0
16	1,8	26,5	2,7
17	1,9	28,0	1,9
18	2,0	29,5	1,0
19	<b>2,1</b>	<b>31,0</b>	<b>0,1</b>
20	2,2	32,4	-1,0

# Траектория движения мячика, построенная по электронной таблице





**Ниже приведены результаты  
исследования, полученные  
методом "Подбор параметров" и  
зафиксированные снимками с  
экрана:**

20			
21	$v_0 =$	18,0 м/с	
22	$\alpha =$	35,0 град	
23	S =	30,0 м	
24	L =	1,0 м	
25	X =	31,0 м	
26			


OpenOffice.org Calc

Успешный поиск цели.  
Вставить результат (32,6) в текущую ячейку?


Да Нет

Подбор параметра

Настройки по умолчанию

Яч. с формулой:  

Целевое значение:

Изменяемая яч.:  

OK  
Отмена  
Справка

20			
21	$v_0 =$	18,0 м/с	
22	$\alpha =$	32,6 град	
23	S =	30,0 м	
24	L =	1,0 м	
25	X =	30,0 м	
26			

20			
21	$v_0 =$	18,0 м/с	
22	$\alpha =$	55,0 град	
23	$S =$	30,0 м	
24	$L =$	1,0 м	
25	$X =$	31,0 м	


OpenOffice.org Calc

Успешный поиск цели.  
Вставить результат (57,4) в текущую ячейку?


Да Нет

Подбор параметра

Настройки по умолчанию

Яч. с формулой:  

Целевое значение:

Изменяемая яч.:  

OK  
Отмена  
Справка

20			
21	$v_0 =$	18,0 м/с	
22	$\alpha =$	57,4 град	
23	$S =$	30,0 м	
24	$L =$	1,0 м	
25	$X =$	30,0 м	
26			

С учётом точности вычислений в электронных таблицах получены два диапазона углов, обеспечивающих попадание в площадку, находящуюся на расстоянии  $S=30$  м и длиной  $L=1$  м, мячика, брошенного со скоростью  $V_0 = 18$  м/с, а именно: от 32,6 до 35 градусов и от 55 до 57,4 градусов.