

# Кобра из палочек

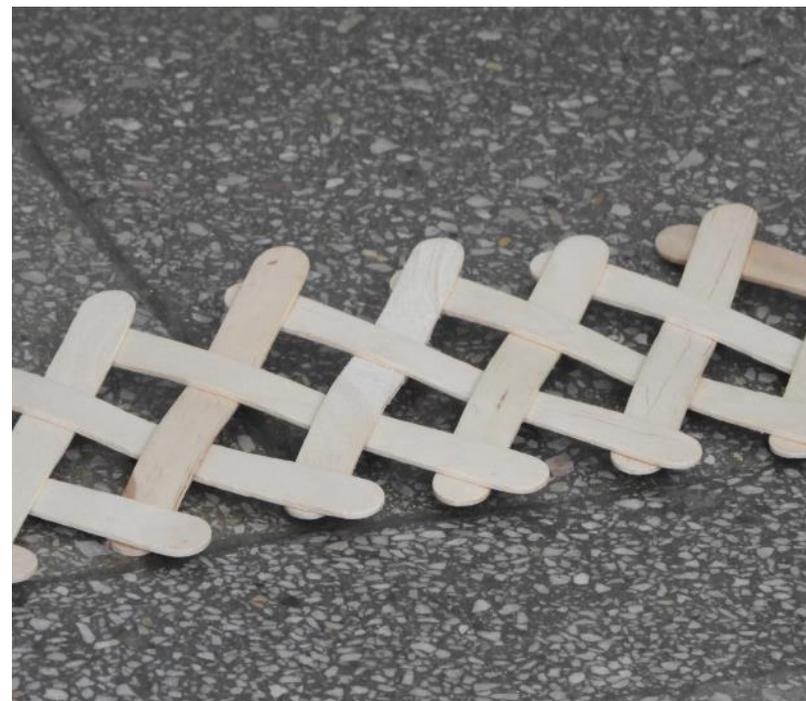


Ратникова Ксения Владимировна

11 класс,

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение “Лицей №39”  
Челябинская область, город Озерск, Россия

Научный руководитель: Зайцев Константин Александрович, Российский  
квантовый центр, научный сотрудник.



# Формулировка задачи

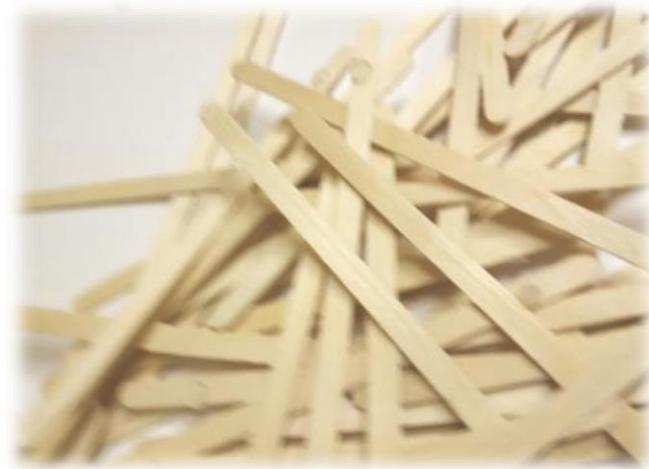


Деревянные палочки эскиммо можно соединить в цепочку, цепляя их друг за друга в так называемую «кобру». Если освободить один конец такой цепи, то палочки начнут вылетать из неё. Необходимо исследовать это явление.



# Цель исследования:

Исследовать способ роспуска кобры и параметры, от которых он зависит.

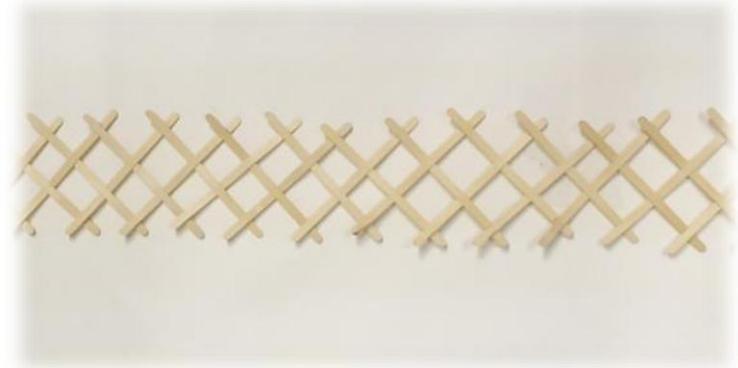
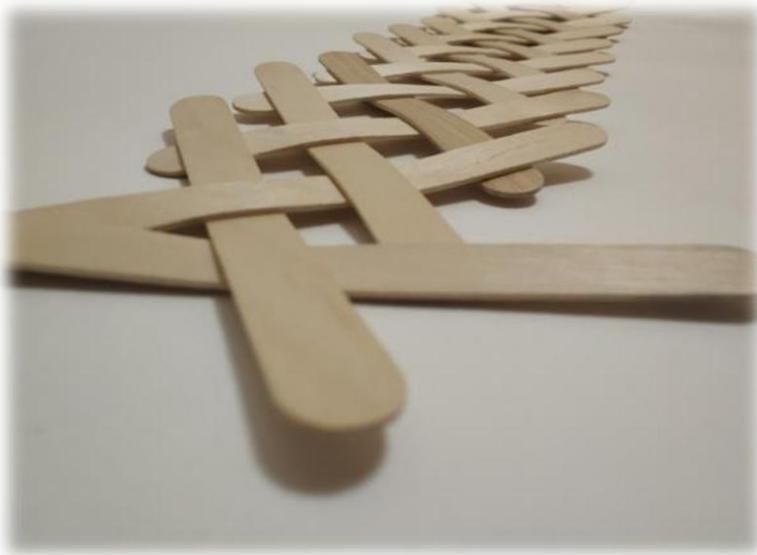


## Предмет исследования.

Система из палочек, собранных по определенной схеме, при нарушении целостности которой они начинают свое движение по определенной траектории.

# Гипотеза:

Чем больше коэффициент жесткости палочек, входящих в систему, тем больше высота подъема хвоста кобры.



## Методы исследования:

- Анализ литературы.
- Измерение параметров
- Создание модели
- Проведение экспериментов
- Анализ. Синтез
- Аппроксимация полученных результатов

# Классификация палочек



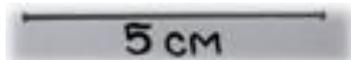
**Большая**



**Средняя**



**Маленькая**



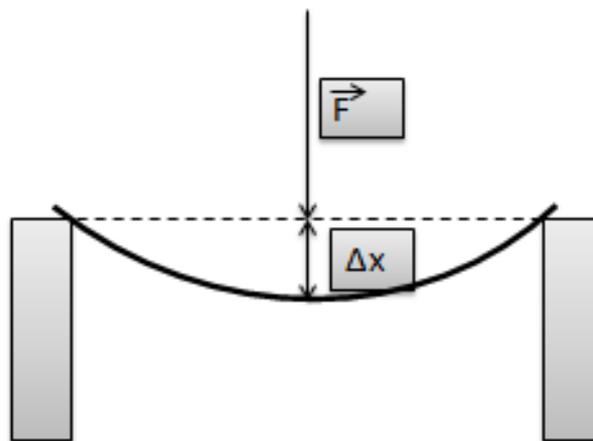
Название	Длина, а, см	Ширина, b, см	Толщина, с, см	Масса, г	Коэффициент жесткости Н/см
Большая	14	1,5	0,15	2,2	4,24
Средняя	14,2	0,7	0,1	1,2	0,57
Маленькая	14,2	0,6	0,1	1,1	0,11

# Измерение коэффициента жесткости палочек



$$F_{\text{упр}} = k \cdot \Delta x$$

$$k = \frac{F_{\text{упр}}}{\Delta x}$$



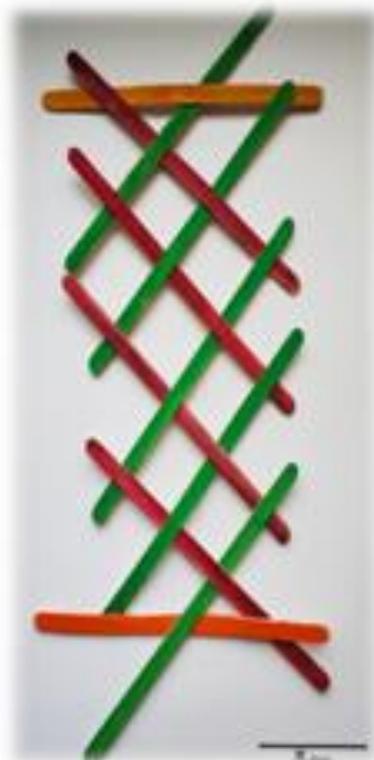
→  
 $\vec{F}$  – сила, оттягивающая палочку  
 $k$  – коэффициент жёсткости  
 $\Delta x$  – изменение длины

$F_{\text{упр}1} = 3,2 \text{ Н}$	$K1 = 0,11 \text{ Н/см}$
$F_{\text{упр}2} = 12 \text{ Н}$	$K2 = 0,57 \text{ Н/см}$
$F_{\text{упр}3} = 49 \text{ Н}$	$K3 = 4,24 \text{ Н/см}$

# Способы плетения кобры



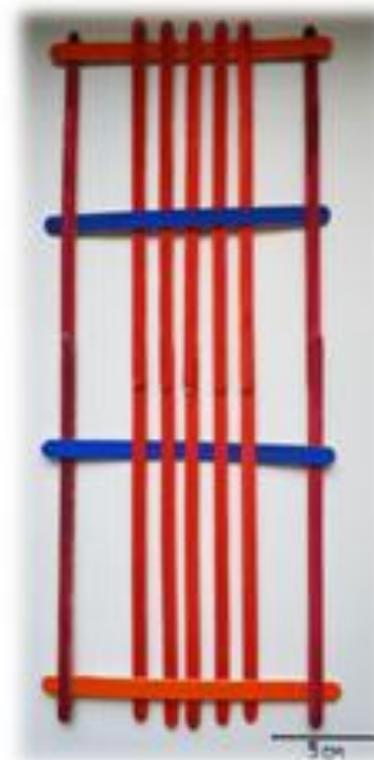
**Бабочка**



**Косое**

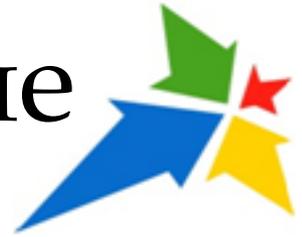


**Лапоть**



**Плотный  
лапоть**

# Качественное представление явления



# Маленькие палочки



образец



$m = 1.1$  г (масса)

$a = 14,2$  см (длина)

$b = 0,6$  см (ширина)

$c = 0,1$  см (толщина)

$k = 0,11$  Н/см (коэффициент жесткости)

$L = 150$  см (длина кобры)

$n = 100$  шт (кол-во палочек в кобре)

$H = 15$  см (высота подъема хвоста)

$h = 2$  см (расстояние между палочками)



# Средние палочки



образец



$m = 1.2$  г (масса)

$a = 14,2$  см (длина)

$b = 0,7$  см (ширина)

$c = 0,1$  см (толщина)

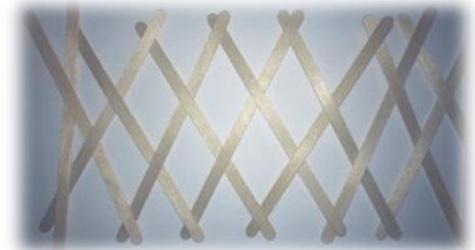
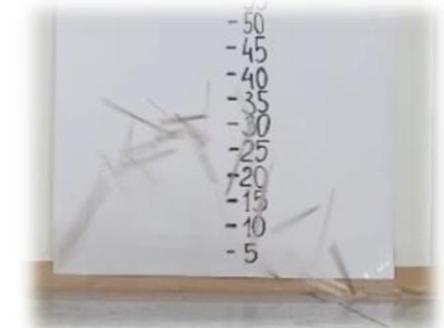
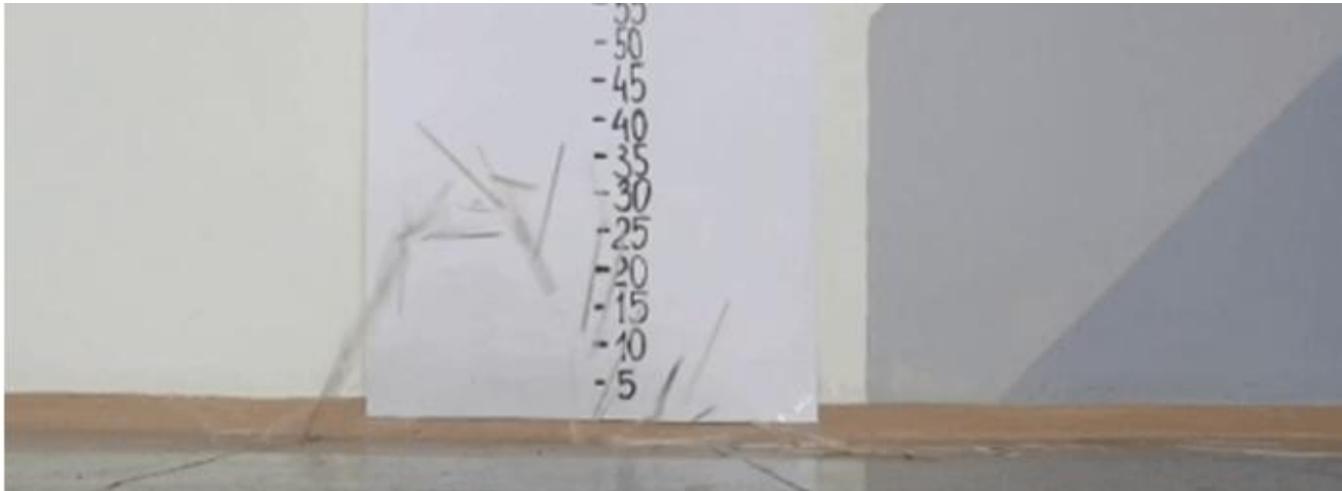
$k = 0,57$  Н/см (коэффициент жесткости)

$L = 150$  см (длина кобры)

$n = 100$  шт (кол-во палочек в кобре)

$H = 30$  см (высота роспуска кобры)

$h = 2$  см (расстояние между палочками)



# Большие палочки



образец



$m = 2.2$  г (масса)

$L = 67$  см (длина кобры)

$a = 14$  см (длина)

$n = 52$  шт (кол-во палочек в кобре)

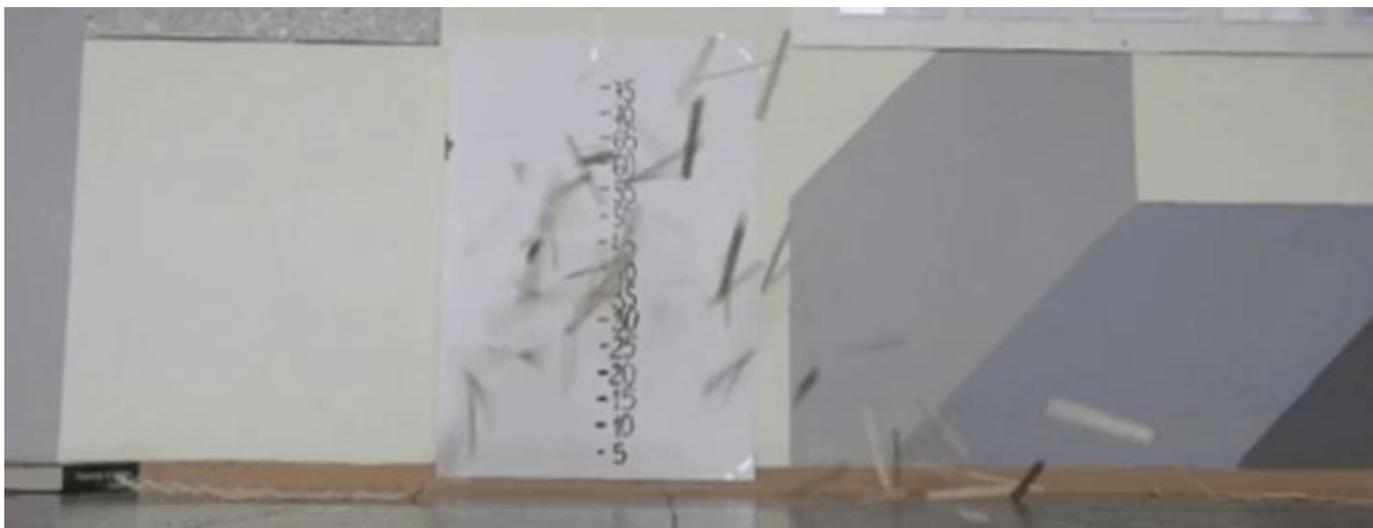
$b = 1,5$  см (ширина)

$H = 76$  см (высота подъема хвоста кобры)

$c = 0,15$  см (толщина)

$h = 2$  см (расстояние между палочками)

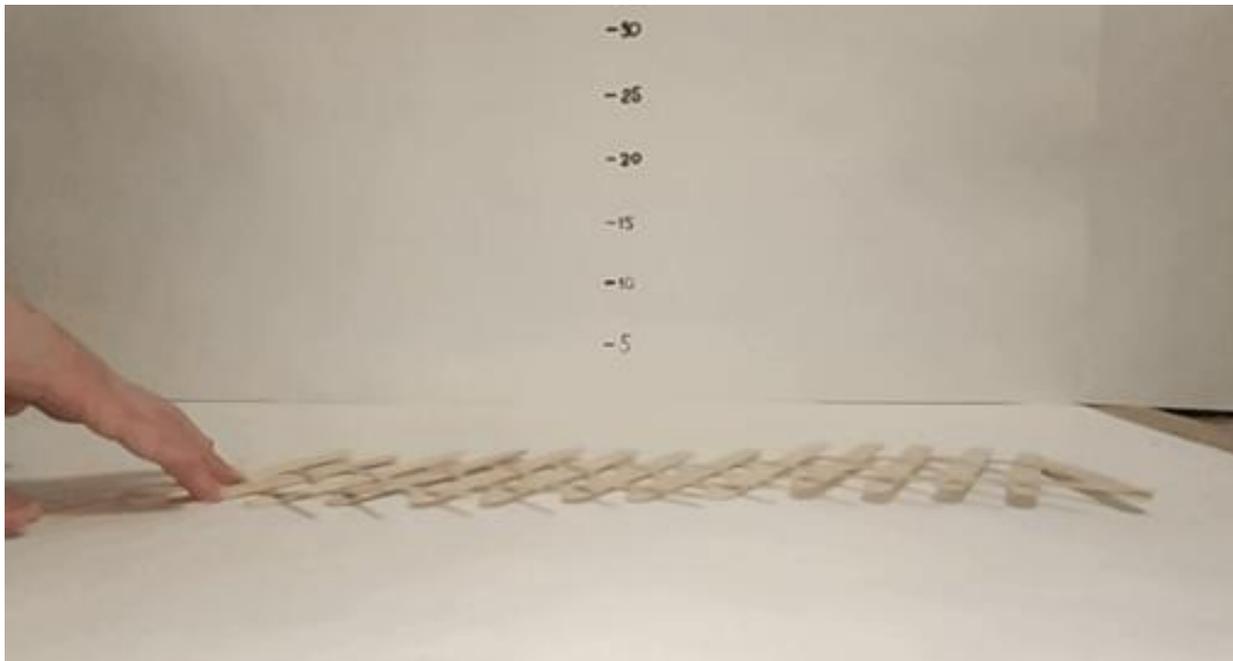
$k = 4,24$  Н/см (коэффициент жесткости)



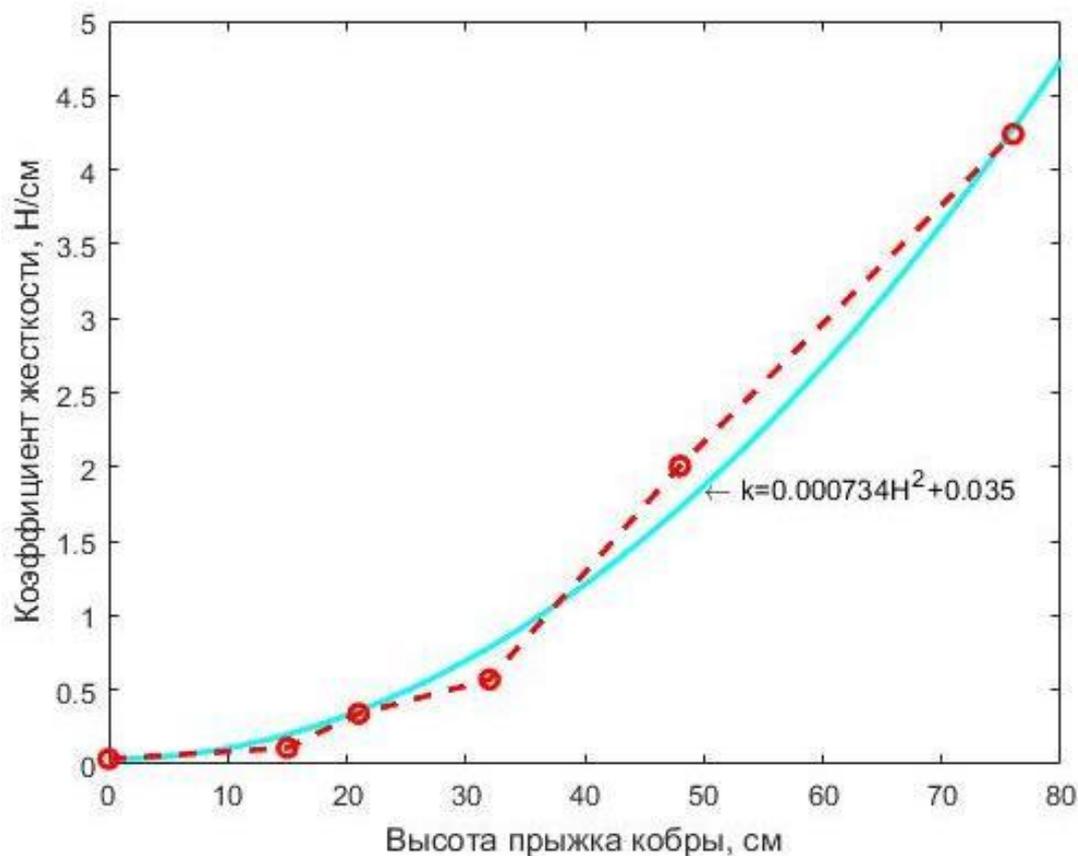
# Комбинация из средних и больших палочек



$m_1 = 2.2 \text{ г}$     $m_2 = 1,2 \text{ г}$  ( массы)    $L = 50 \text{ см}$  (длина кобры)  
 $a_1 = 14 \text{ см}$     $a_2 = 14,2 \text{ см}$  (длина)    $n = 38 \text{ шт}$  (кол-во палочек в кобре)  
 $b_1 = 1,5 \text{ см}$     $b_2 = 0.7 \text{ см}$  (ширина)    $H = 46 \text{ см}$  (высота подъема хвоста)  
 $c_1 = 0,15 \text{ см}$     $c_2 = 0,1 \text{ см}$  (толщина)    $h = 2 \text{ см}$  (расстояние между палочками)  
 $k_1 = 4,24 \text{ Н/см}$     $k_2 = 0,57 \text{ Н/см}$  (коэффициент жесткости)

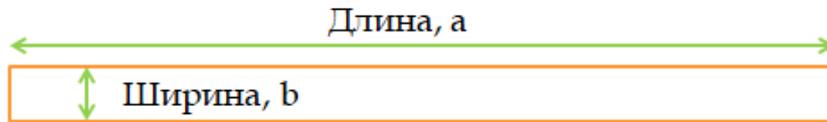


# График зависимости

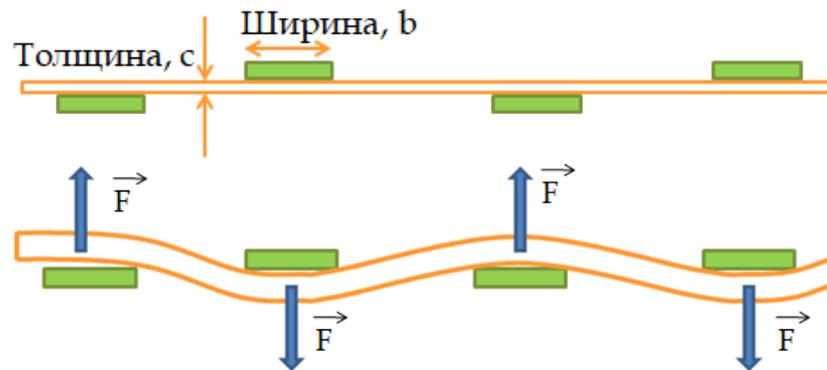


Полученные экспериментальные данные описываются параболой с параметрами:  
 $k= 7.36 \cdot 10^{-4} \cdot H^2 + 0.035$   
Среднеквадратичное отклонение составляет:  
0,15 Н/см

# Геометрия палочек



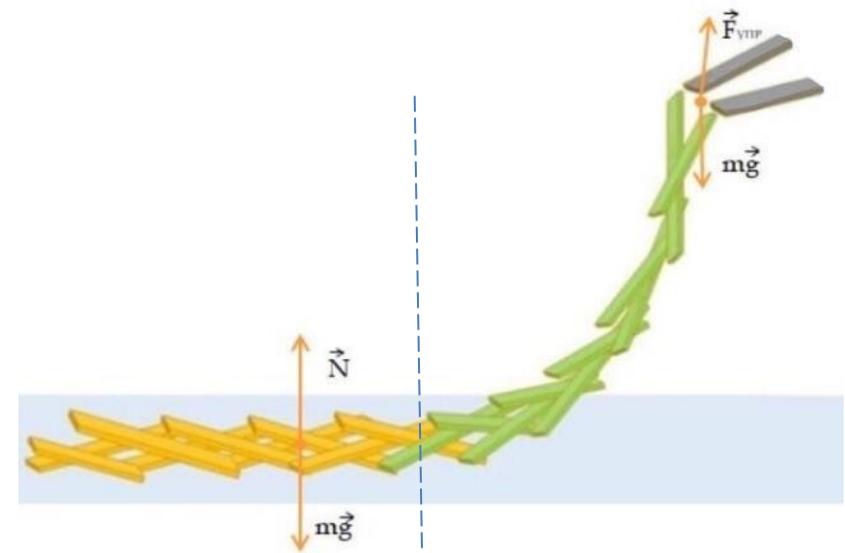
Вид сверху одной палочки.



Вид конструкции с боку без учета изгиба палочек

Вид конструкции с учетом упругих деформаций палочек в системе кобра

Рассмотрение движения и расстановка сил в кобре во время поднятия хвоста и роспуска системы



# Использование палочек с инородным предметом на конце



образец



$m = 1.2$  г (масса)

$a = 14,2$  см (длина)

$b = 0,7$  см (ширина)

$c = 0,1$  см (толщина палочки)

$c_1 = 0,4$  см (толщина в месте нанесения клея)

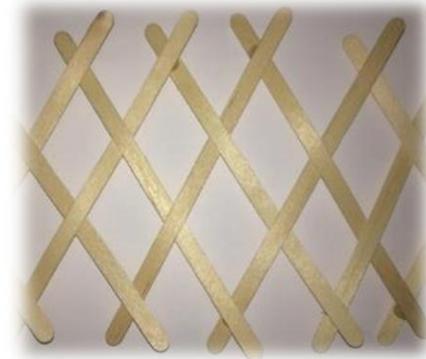
$k = 0,5$  Н/см (коэффициент жесткости)

$L = 120$  см (длина кобры)

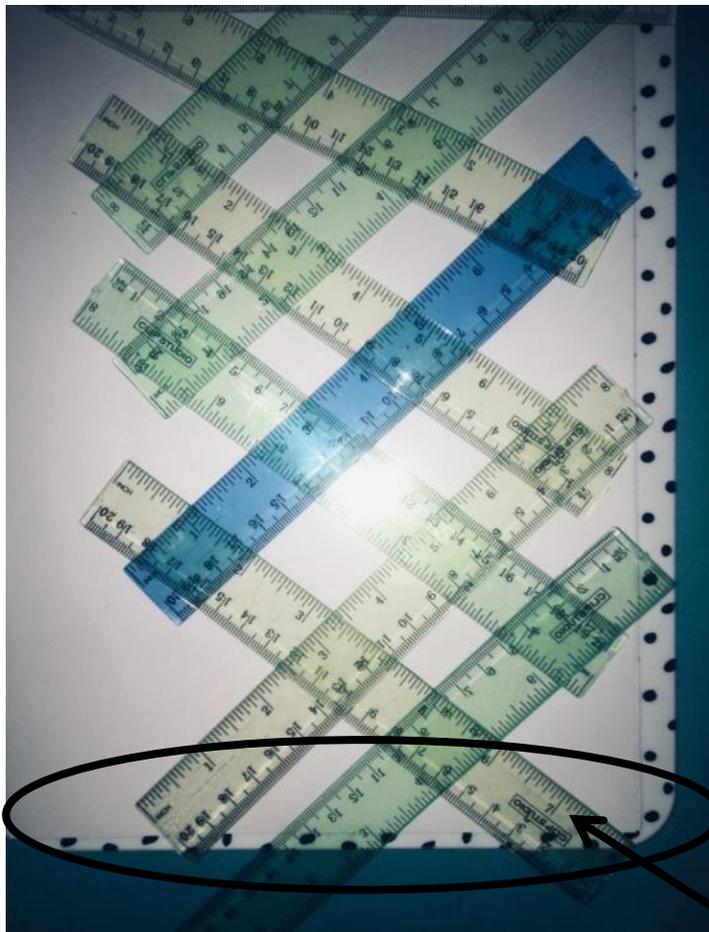
$n = 75$  шт (кол-во палочек в кобре)

$H = 32$  см (высота роспуска кобры)

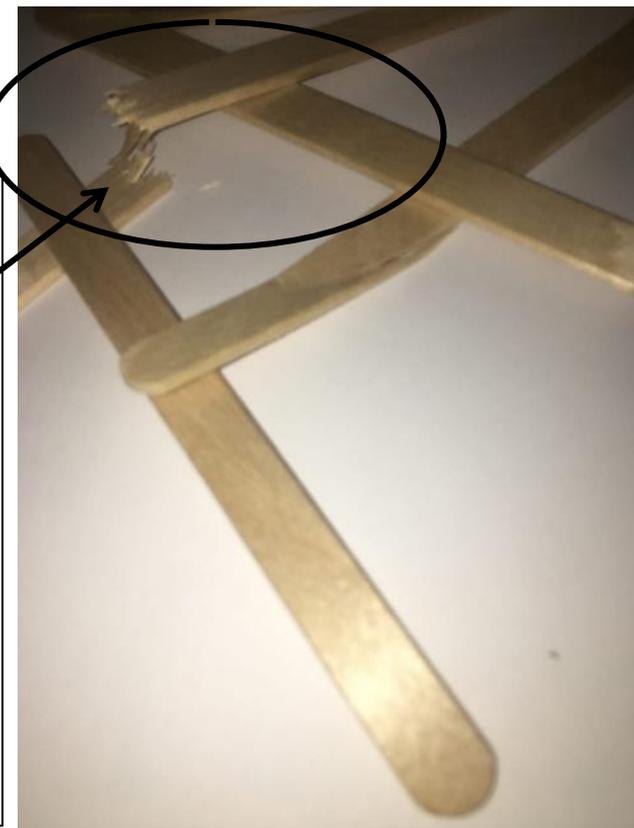
$h = 2$  см (расстояние между палочками)



# Использование других материалов



Физически  
не удается  
собрать  
кобру по  
причине  
большого  
коэффицие  
нта  
жесткости  
палочки(11,  
2 Н/см)

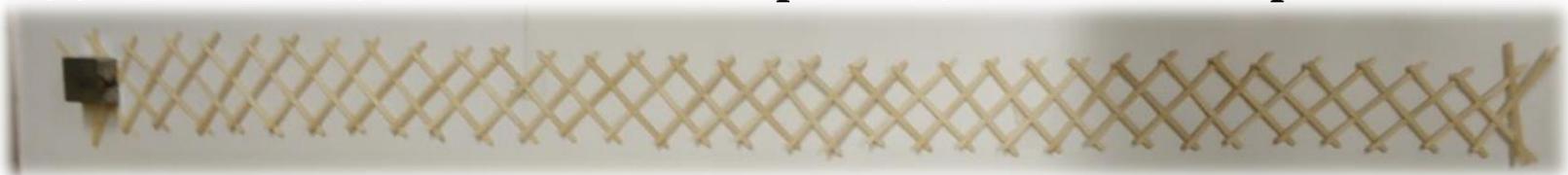


Линейки ни чем не  
закреплены, но при  
этом не распускаются

# Результаты



- Создана и отработана методика эксперимента, который выполняется в домашних условиях.
- Показана зависимость высоты прыжка хвоста кобры от коэффициента жесткости палочек. Зависимость предположительно носит квадратичный характер. В связи с этим доказана гипотеза о данной зависимости и графически представлена.
- Показан нижний предел жесткости, при котором эффект возможен.
- Показано, что кобра из композитного материала (палочка+клей) распускается иначе, но высота прыжка также зависит от коэффициента жесткости.
- Создан план дальнейшего проведения экспериментов



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

