

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ МОДЕЛИ МОНГОЛЬФЬЕРА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА**

Работа Николайчук Дарьи,  
ученицы 10 класса.  
Руководитель  
Ларионова Наталья Валентиновна

2010 г.

Воздушный шар, оболочка которого имеет массу  $M$  и объём  $V$ , наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении и температуре окружающего воздуха  $t_0$ . Какую минимальную температуру  $t$  должен иметь воздух внутри оболочки, чтобы шар начал подниматься?



*Целью* данной работы является исследование зависимости грузоподъемности созданной модели монгольфьера от температуры горячего воздуха внутри шара.



## *Задачи:*

- Изучить и проанализировать учебный материал по теме исследования.
- Сконструировать и собрать экспериментальную установку для проведения измерений.
- Определить грузоподъемность созданной модели воздушного шара при различных температурах воздуха внутри.
- Определить максимальную температуру внутреннего воздуха (а следовательно, максимальную грузоподъемность) для сконструированной модели.





Экспериментальная установка для определения грузоподъёмности модели монгольфера.



# Расчет максимальной грузоподъемности модели монгольфьера

$$F_m = F_a,$$

$$(m_{об} + m_{груза} + m_{возд})g = P_{выт.возд},$$

$$pV = m_{выт.возд} \cdot RT_1 / M,$$

$$pV = m_{возд} RT_2 / M.$$



$$m_{об} + m_{груза} = \frac{pVM}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$



## Определение массы мусорного пакета методом рядов ( 30 литровые)

М, г	$\Delta M$ , г	N	m, г	$\Delta m$ , г	Результат измерений
116,92	0,22	30	3,897	0,007	$(3,90 \pm 0,01)$ г

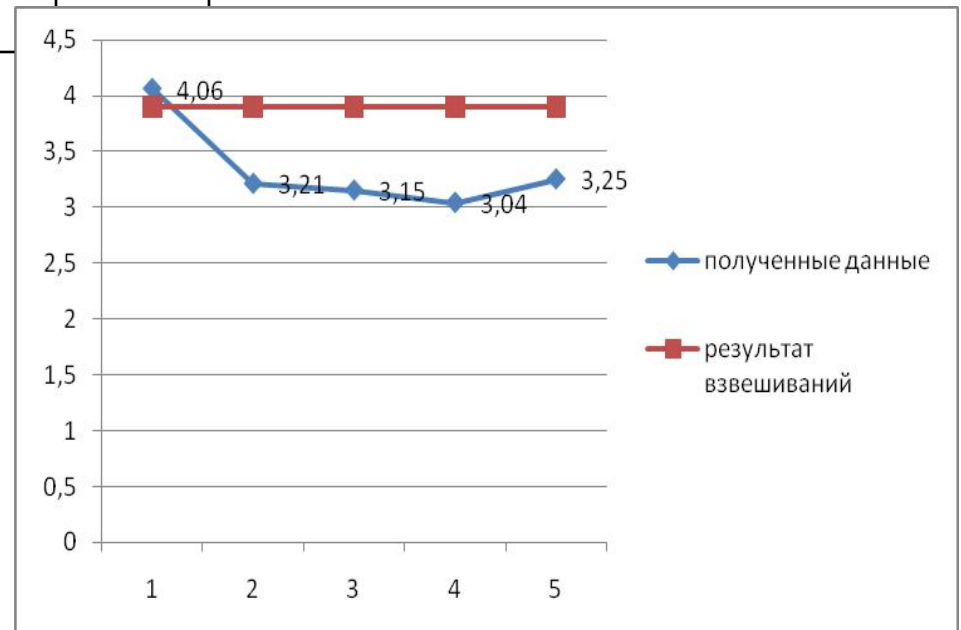
## Результаты измерения массы груза (скрепок)

М, г	$\Delta M$ , г	N	m, г	$\Delta m$ , г	Результат измерений
23,76	0,104	70	0,339	0,001	$(0,339 \pm 0,001)$ г



# Результаты измерений грузоподъёмности модели монгольфьера (Пакеты 30 литров, оболочка без груза)

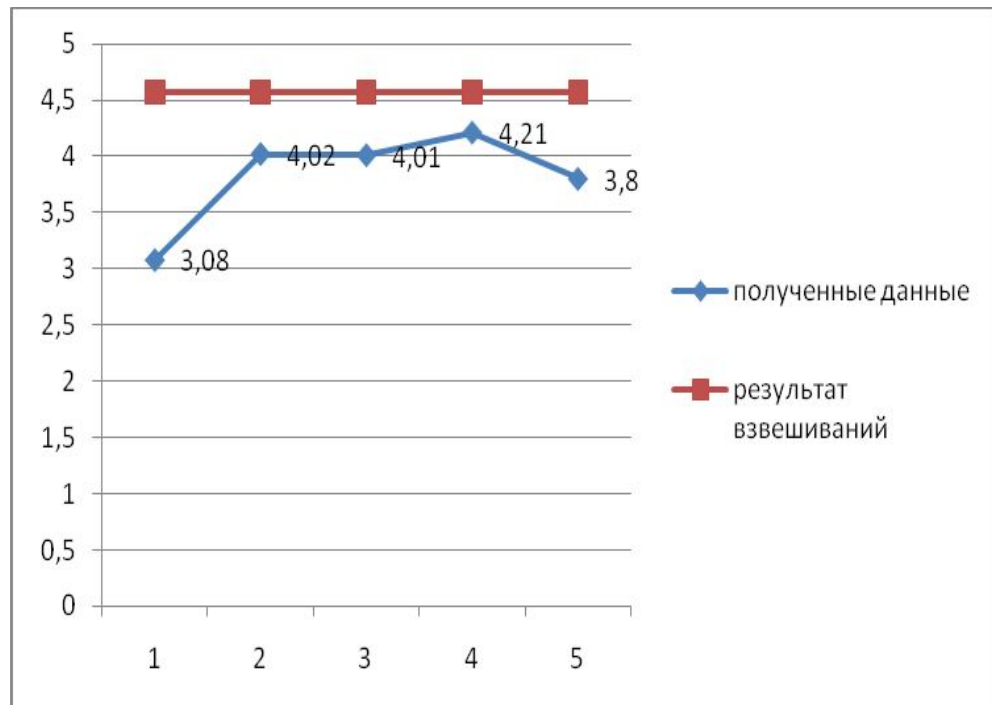
№	$T_1$ (с)	$T_2$ (С)	$m_{\text{рассч}}$ (г)	$m_{\text{взв}}$ (г)	$T_{2\text{ср}}$ (С)	$m_{\text{ср}}$ ,г
1	21,7	59,5	4,06	3,90	53,02	3,34
2	22,5	51,8	3,21			
3	22,6	51,3	3,15			
4	22,7	50,3	3,04			
5	22,5	52,2	3,25			





## 2 скрепки

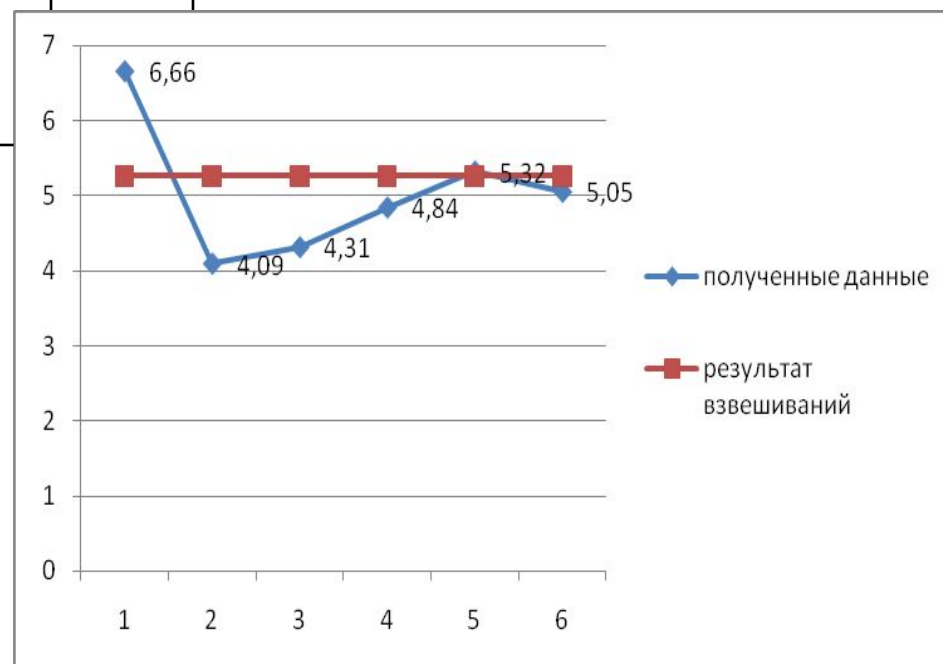
№	$T_1$ (C)	$T_2$ (C)	$m_{\text{рассч}}$ (г)	$m_{\text{взв}}$ (г)	$T_{2\text{ср}}$ (C)	$m_{\text{ср}}$ ,г
1	22,1	56,0	3,08	4,57	59,44	3,82
2	22,8	60,5	4,02			
3	22,6	60,1	4,01			
4	22,8	62,5	4,21			
5	22,7	58,1	3,80			



## 4

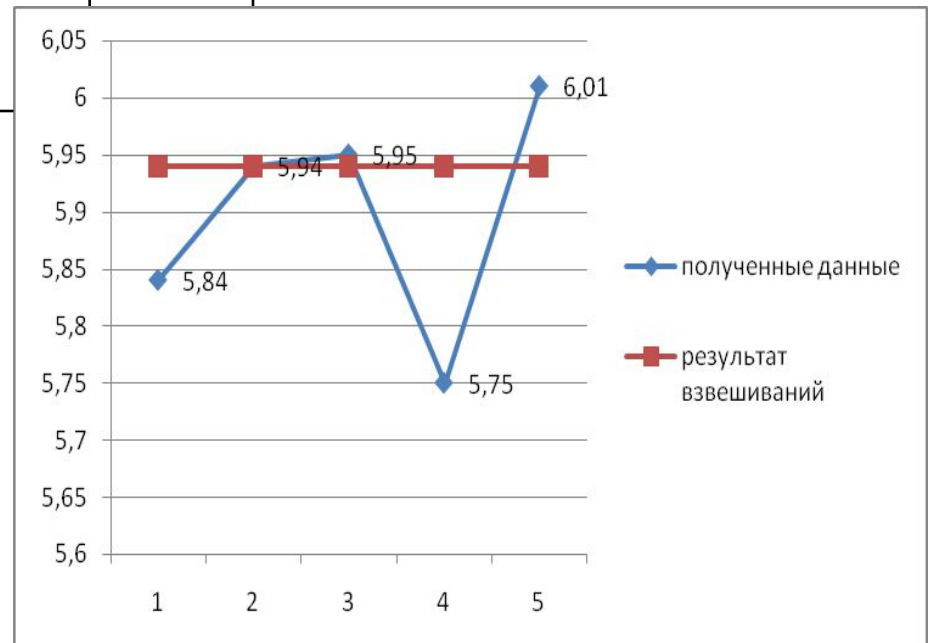
## скрепки

№	$T_1$ (C)	$T_2$ (C)	$m_{\text{рассч}}$ (г)	$m_{\text{взв}}$ (г)	$T_{2\text{ср}}$ (C)	$m_{\text{ср}}$ ,г
1	22,8	91,0	6,66	5,26	71,92	5,05
2	22,9	61,4	4,09			
3	22,7	63,5	4,31			
4	22,7	69,2	4,84			
5	22,7	74,7	5,32			
6	22,8	71,7	5,05			



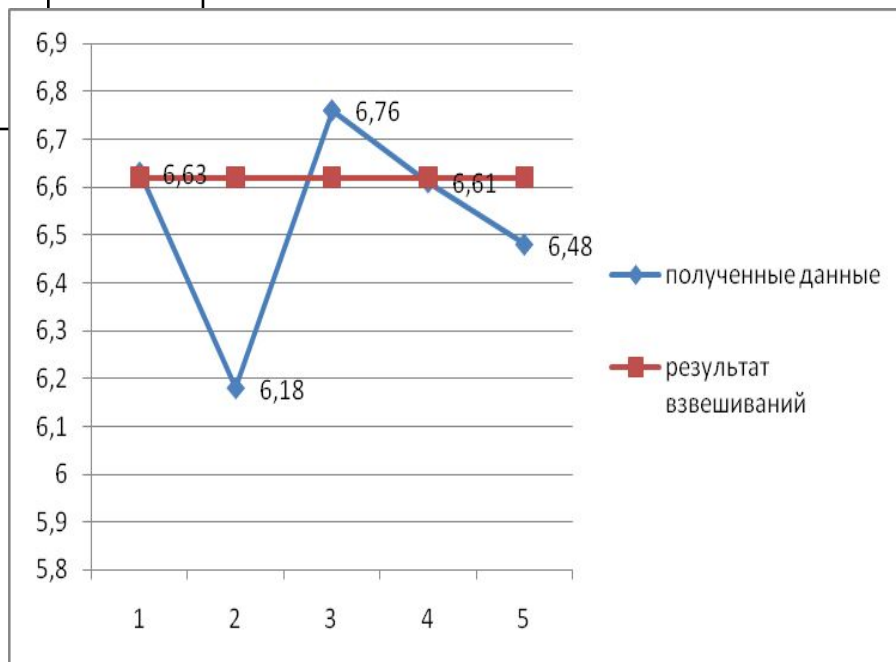
# 6 скрепок

№	$T_1, ^\circ\text{C}$	$T_2, ^\circ\text{C}$	$m_{\text{рассч}}, \text{Г}$	$m_{\text{взв}}, \text{Г}$	$T_{2\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	$m_{\text{ср}}, \text{Г}$
1	20,8	78	5,84	5,94	78,8	5,9
2	21	79,5	5,94			
3	20,7	79,2	5,95			
4	21,1	77,4	5,75			
5	20,8	80,1	6,01			



# 8 скрепок

№	$T_1, ^\circ\text{C}$	$T_2, ^\circ\text{C}$	$m_{\text{рассч}}, \text{Г}$	$m_{\text{взв}}, \text{Г}$	$T_{2\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	$m_{\text{ср}}, \text{Г}$
1	21	87,9	6,63	6,62	86,4	6,53
2	20,7	81,9	6,18			
3	20,8	89,2	6,76			
4	20,7	87,2	6,61			
5	20,9	85,8	6,48			



# Расчет максимальной грузоподъемности модели монгольфьера

$$m_{\text{об}} + m_{\text{груза}} = \frac{\rho V M}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$m = 6,47 \text{ г}$$

$$m_{\text{пакета}} \approx 3,09 \text{ г}$$

$$m_{\text{груза}} \approx 3,38 \text{ г, или 10 скрепок.}$$



# Зависимость грузоподъемности от температуры воздуха внутри

$$m_{об} + m_{груза} = \frac{pVM}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$T_1 = const$$

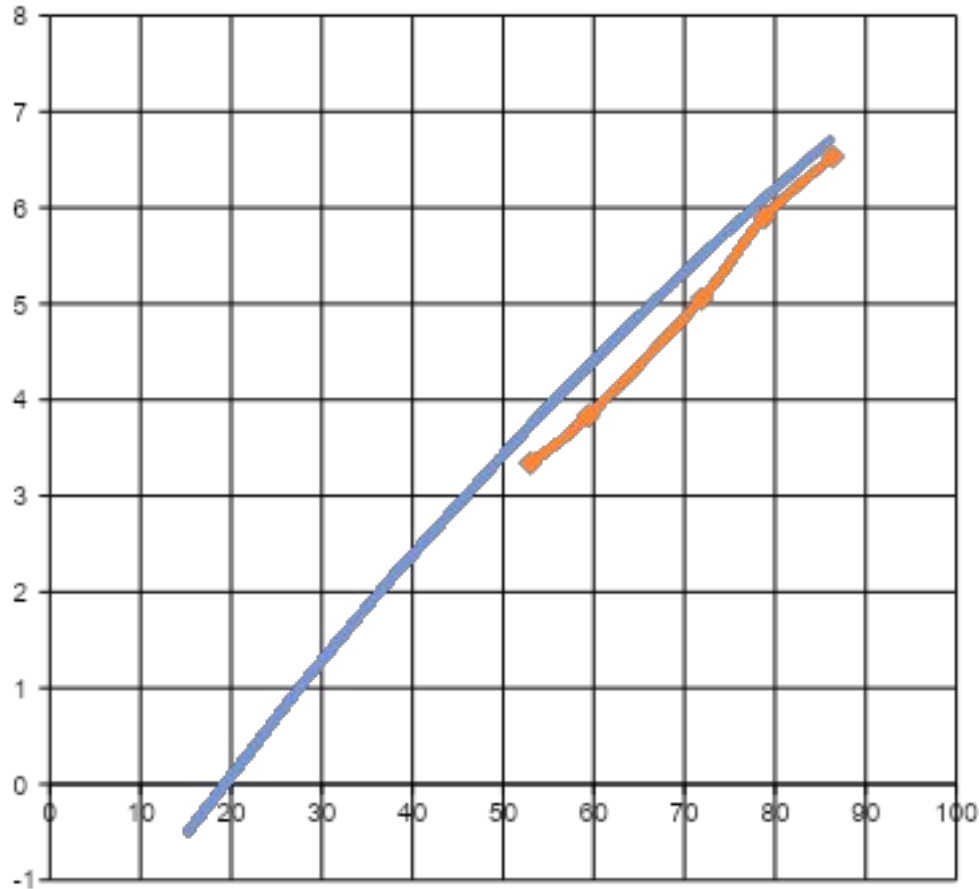
$$m(T_2) = a - \frac{b}{T_2}$$



# Зависимость грузоподъемности от температуры воздуха внутри

$a \approx 0,036$

$b \approx 10,52$



◆ полученные  
данные  
— теоретическая  
кривая



# Итоги:

- В работе на основе анализа учебной литературы был спланирован эксперимент по исследованию зависимости между температурой воздуха внутри шара и его грузоподъемностью.
- Для проведения измерений была сконструирована и собрана экспериментальная установка, с помощью которой были определены средние значения грузоподъемности для отдельных температур.
- Была определена максимальная грузоподъемность модели монгольфьера.
- Результаты проведенных экспериментов были использованы для построения экспериментальной кривой зависимости грузоподъемности модели монгольфьера от температуры внутреннего воздуха. Полученная экспериментальная кривая находится в соответствие с теоретической кривой.





СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!

