

**Автономная некоммерческая общеобразовательная  
организация "Физтех-лицей"  
(АНОО «Физтех-лицей» им. П.Л. Капицы)**

## **XX научно-практическая конференция**

**«Старт в инновации»**

**Саксонские миски**

Выполнили:

Хаметова Дария 8А

Корганбаева Алтынкыз 8А

Сидалькина Анна 8А

Руководитель:

Клепиков Максим Сергеевич

Московская область, г. Долгопрудный

2021 г.

### 1. Условие

Миска с отверстием в дне утонет, если ее положить на воду. Саксы использовали такое устройство для измерения времени. Исследуйте параметры, определяющие время затопления.

### 2. Цель

Изучить параметры затопления мисок с отверстиями

### 3. Задачи

- Провести эксперимент с водой с разным количеством отверстий в мисках (от 1 до 9).
- Построить графики зависимости времени от процента заполнения и времени от площади отверстий, определить вид зависимости.
- Провести эксперименты с потоплением мисок в разных жидкостях с разным количеством отверстий.
- Построить графики зависимости времени от заполненного объёма и времени от площади отверстий. Сравнить результаты для разных жидкостей.
- Сделать выводы, определить параметры

### 4. Эксперимент 1

#### Материалы

- 2 одинаковые пластмассовые миски объемом 700мл
- Шило диаметром 2 мм (для создания отверстий)
- Грузики по 60 грамм (чтобы миска тонула)
- Секундомер
- Мерный стаканчик
- Таз с водой (в нем топились миски)



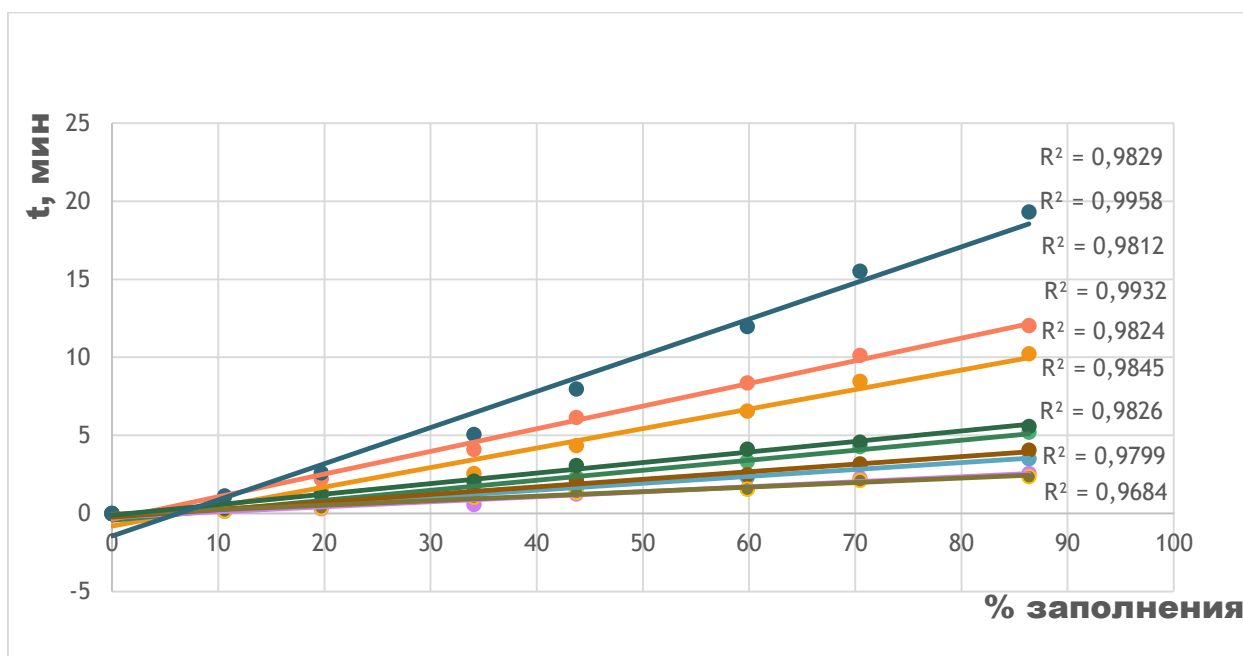
## Методика

- Сначала размечалась шкала без грузов по 100 мл, потом измеряли объем воды до пометок после прикрепления грузов и рассчитывали процент, который занимает этот объем от общего).
- Отверстия делали шилом, на одной миске четное количество, а на другой нечетное, чтобы отверстия располагались симметрично.
- Время измеряли каждый раз, когда вода внутри миски доходила до отметки.
- Диаметр отверстия принимался за ~1,8-1,9 мм, так как шило оставляло отверстия чуть меньше своего диаметра.
- Для точности результатов каждое измерение производилось 3 раза и считалось среднее значение.

Пример результатов:

Процент заполнения	10,61%	19,7%	34,1%	47,7%	59,9%	70,5%	86,4%	100%
Измерения $t_1, t_2, t_3$	1,13	2,63	5,99	9,19	13,16	15,53	19,31	21,06
	1,15	3,02	4,67	9,02	12,74	14,4	18,97	20,34
	0,98	2,8	6,06	8,8	13,5	16,1	19,81	21,65
Среднее $t$	1,08	2,82	5,57	9	13,13	15,34	19,36	21,01

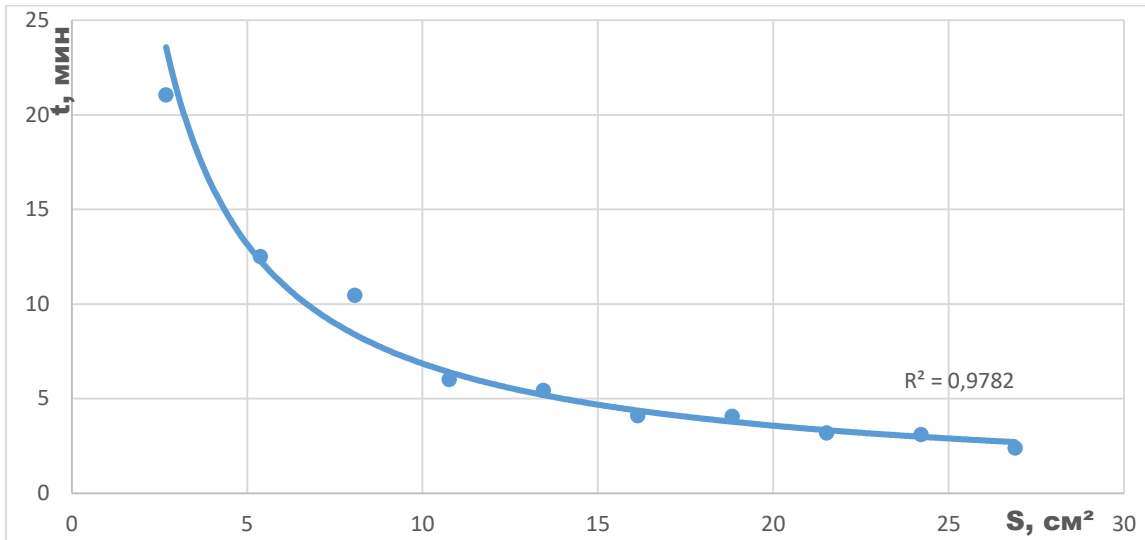
**График зависимости времени заполнения миски от % заполнения**  
для мисок с отверстиями от 1 до 9



- ✓ При построении графиков  $t(\% \text{ заполнения})$  и  $t(v)$  (см. страницу ) точка полного затопления миски не учитывается, так как с краев начинает заливать вода и миска не успевает заполниться полностью. Тонет за меньшее время.  
Но если рассматривать зависимость  $t(s)$ , там нужно

Значения коэффициента достоверности аппроксимации  $R^2$  во всех случаях приближенно равно 1, следовательно, зависимость времени от процента заполнения миски действительно линейная и миска тонет равномерно.

### Графики зависимости времени затопления миски от площади отверстий



Мы предполагаем, что время затопления как-то зависит от площади отверстий.

$t \sim S$ , предположим что  $t = \alpha \cdot S^n$ , таким образом наша цель экспериментально выяснить  $\alpha$  и  $n$ , для это логарифмируем полученные результаты указанные на графике:

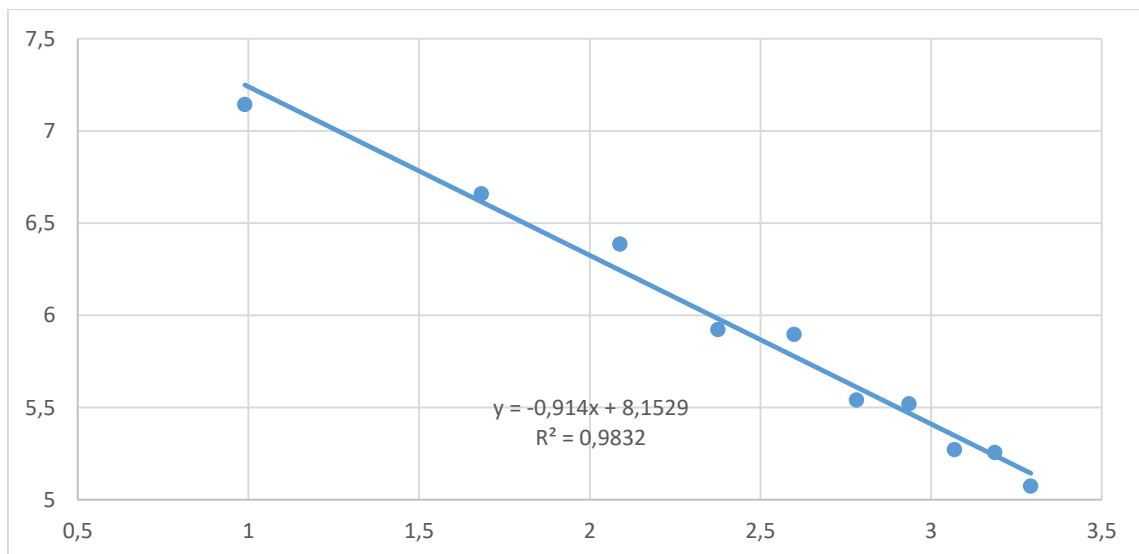
$$\ln t = \ln(\alpha \cdot S^n)$$

$$\ln t = \ln \alpha + \ln S^n$$

$$\ln t = \ln \alpha + n \ln S$$

$\alpha$  — коэффициент включающий в себя параметры жидкости.

С помощью excel рассчитаем логарифмы значений  $t$  и  $S$  и построим график:



Мы получили линейную зависимость  $y = kx + b$ ,  $n = k$ ,  $\ln S = x$ ,  $\ln \alpha = b$

$n \approx -1 \Rightarrow t = \alpha S^{-1} = \alpha \frac{1}{S}$ , зависимость  $t(s)$  — обратная пропорциональность.

## 5. Гипотеза

- 1) Зависимость времени от заполненного объема будет линейной и для других жидкостей.
- 2) Коэффициент  $\alpha$  будет разным для разных жидкостей

## 6. Эксперимент 2

### Материалы

- 2 одинаковые пластмассовые миски (использовались такие же, как и в эксперименте 1)
- Дрель со сверлом диаметром 4мм
- Водка «Белый налив»
- Масло подсолнечное рафинированное дезодорированное «Первый сорт»
- Секундомер
- Грузики
- 3 таза, для воды, водки и масла
- Мерный стаканчик



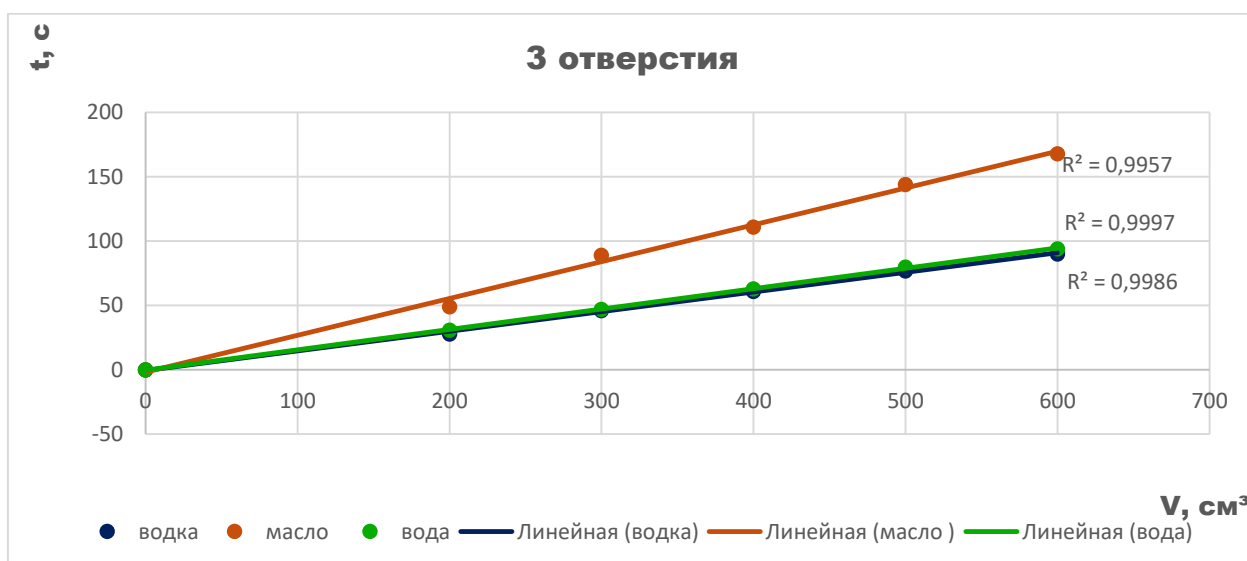
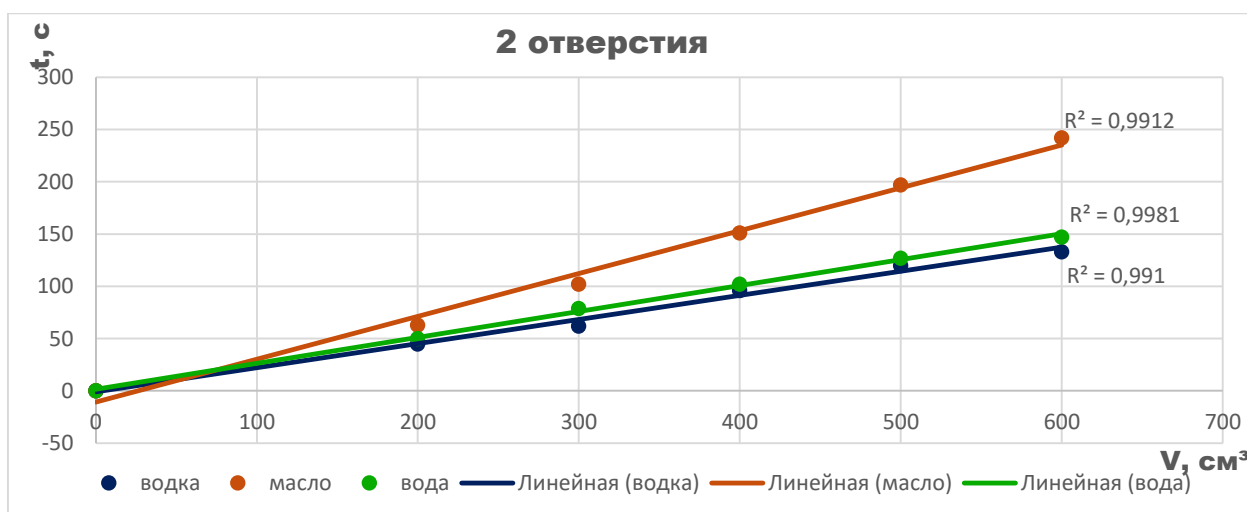
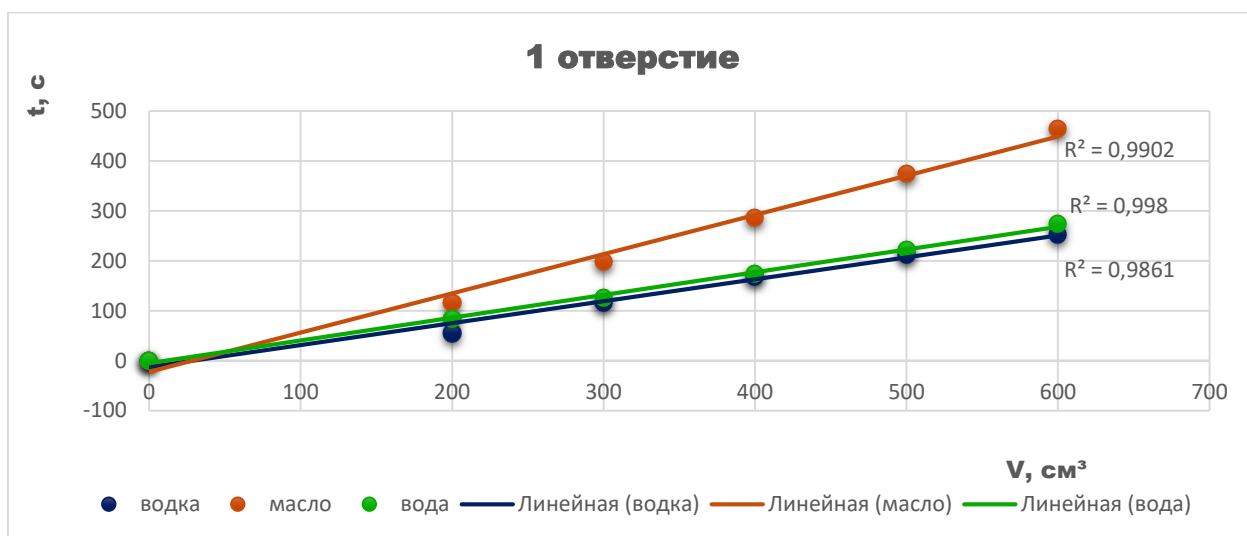
### Методика

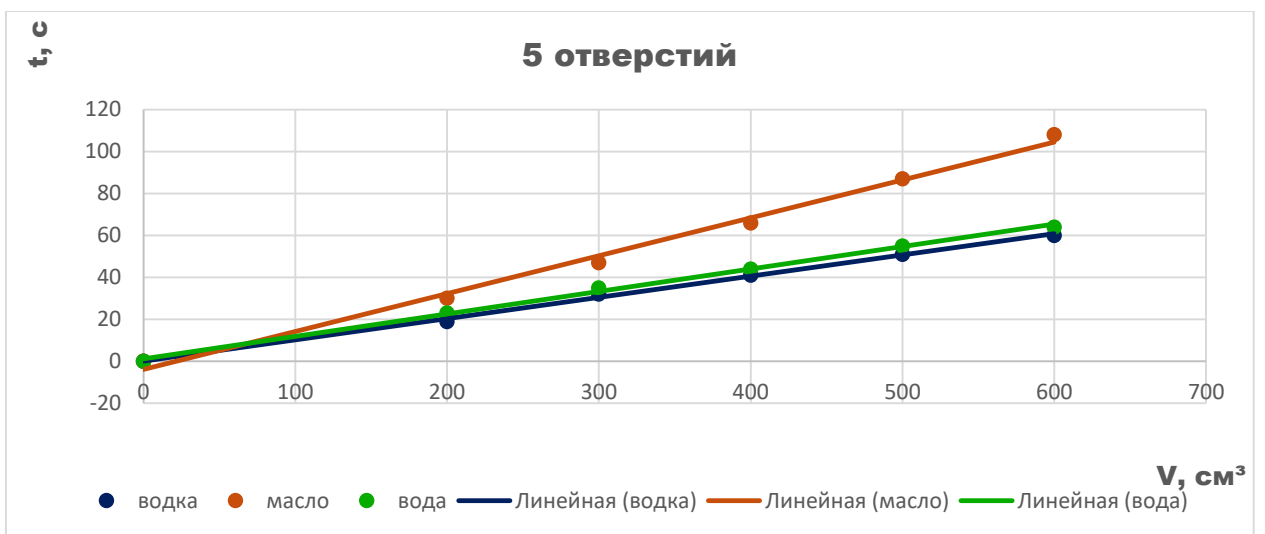
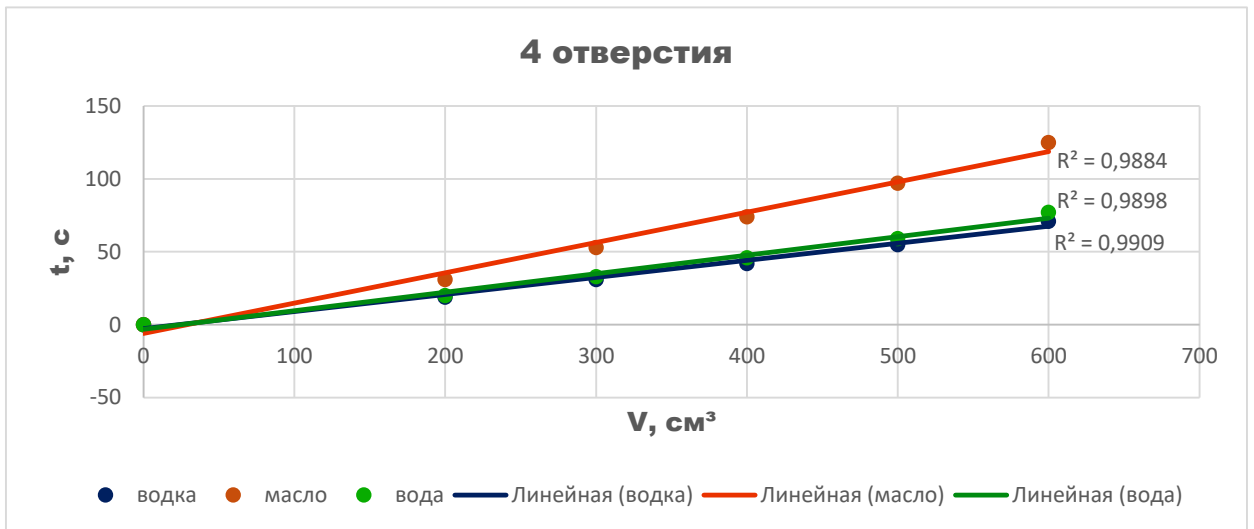
- Грузы прикреплялись на дно миски.
- Отверстия делали дрелью, на одной миске четное количество, а на другой нечетное, чтобы отверстия располагались симметрично.
- После прикрепления грузов с помощью мерного стакана в миску заливало по 100 мл жидкости и размечалась шкала до 600 мл.
- Время измеряли каждый раз, когда вода внутри миски доходила до отметки.
- Сверло делало практически идеальные отверстия, поэтому диаметр отверстия считаем равным диаметру сверла.

- Для точности результатов каждое измерение производилось 3 раза и считалось среднее значение.

### Графики зависимости времени затопления от заполненного объема.

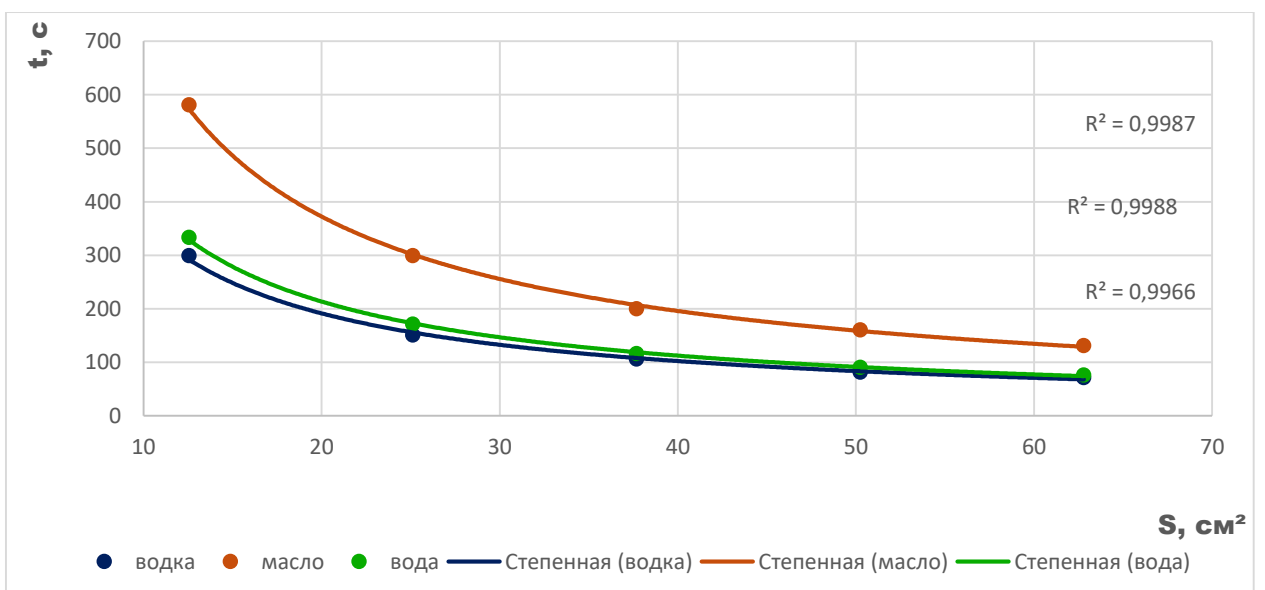
Для воды, водки и масла с разным количеством отверстий (от 1 до 5)



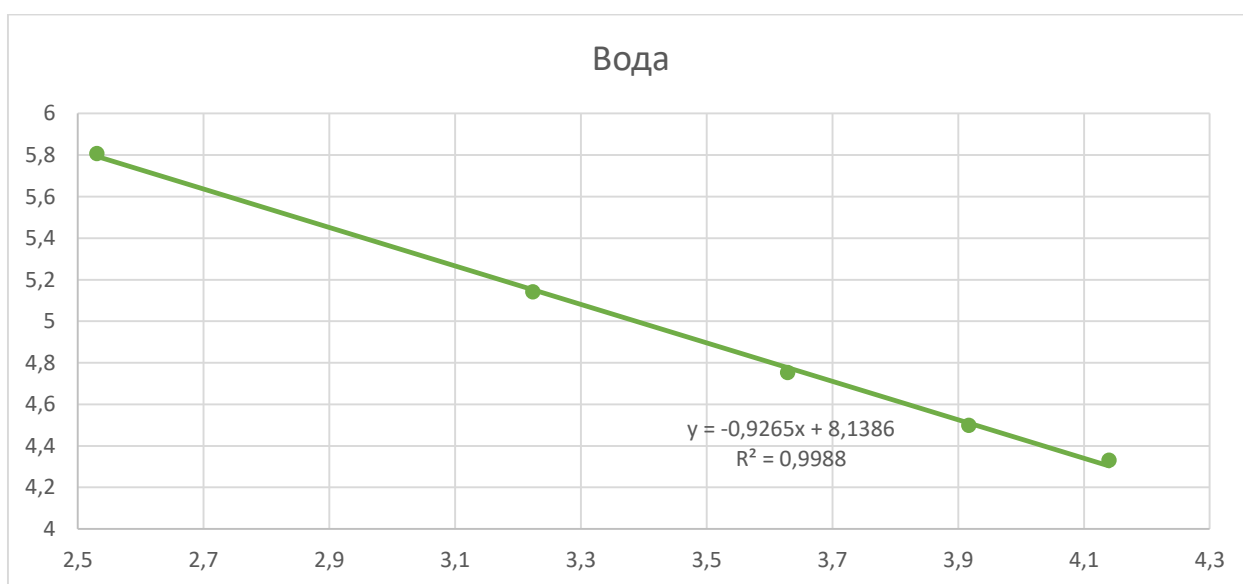
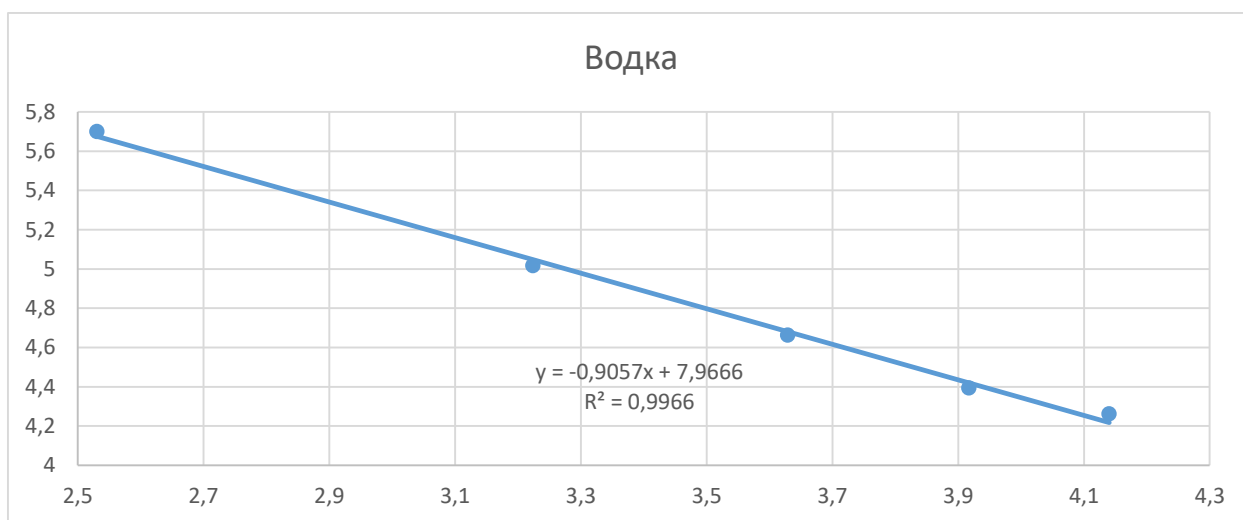
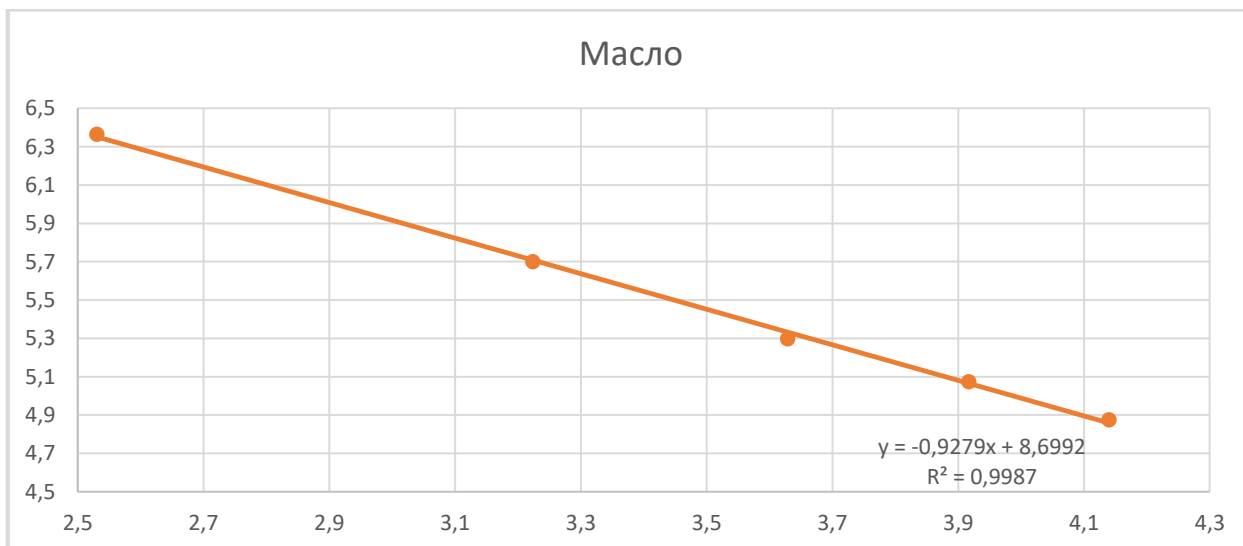


- ✓ Наше предположение подтвердилось, зависимость  $t(v)$  – линейная и для других жидкостей. То есть миска тонет равномерно с любым количеством отверстий и в любой жидкости

### График зависимости времени затопления миски от площади отверстий



Логарифмируем данные приведенные на графиках, чтобы найти  $\alpha$



Проводим те же вычисления, что и в прошлом эксперименте и получаем для масла ( $n_M$ ), для водки ( $n_{\text{водки}}$ ) и для воды ( $n_{\text{воды}}$ )  $n_M \approx n_{\text{водки}} \approx n_{\text{воды}} \approx -1 \Rightarrow t = \alpha S^{-1} = \alpha \frac{1}{S}$ .

Из формулы зависимости получаем:



- Для масла  $\ln\alpha_M \approx 8,7$  ( $\alpha_M = 6\,000$ )
- Для водки  $\ln\alpha_{\text{водки}} \approx 8,0$  ( $\alpha_{\text{водки}} = 2\,980$ )
- Для воды  $\ln\alpha_{\text{воды}} \approx 8,1$  ( $\alpha_{\text{воды}} = 3\,290$ )

## 7. Заключение

Зависимость  $t$  (% заполнения)- линейная, следовательно, миска заполняется равномерно, так же зависимость  $t(v)$  является линейной для разных жидкостей. То есть миска тонет равномерно с разным количеством отверстий и в любой жидкости.

Мы экспериментально получили, что  $t = \alpha \cdot S^{-1} = \alpha \frac{1}{S}$ , то есть зависимость  $t(s)$  – обратная пропорциональность, и основными параметрами затопления миски являются площадь отверстия и параметры жидкости, которые включает в себя коэффициент  $\alpha$ .

Зная коэффициент  $\alpha$  мы имеем возможность рассчитать время затопления миски с заданной площадью отверстия, или, наоборот, рассчитать площадь миски, утонувшей за определённое время.