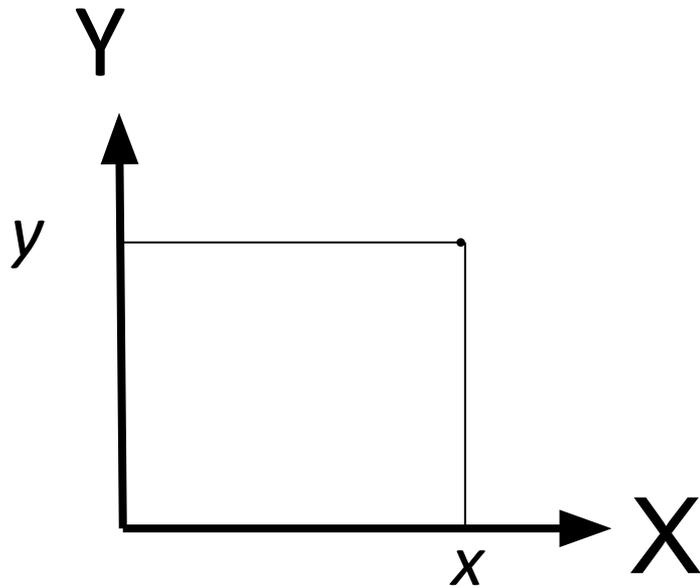
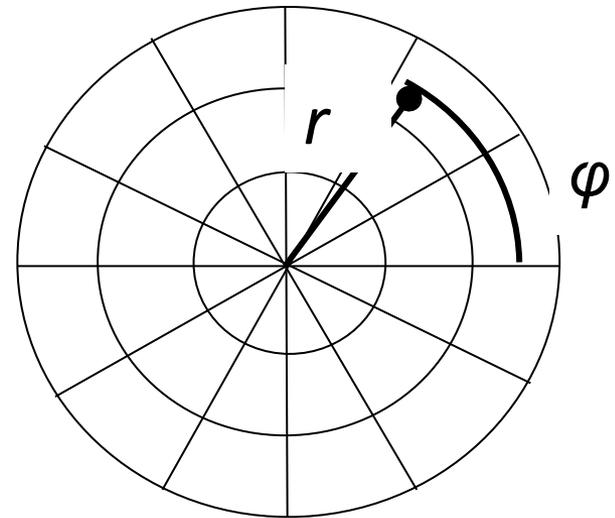


# Графическое оформление результатов эксперимента

## Системы координат

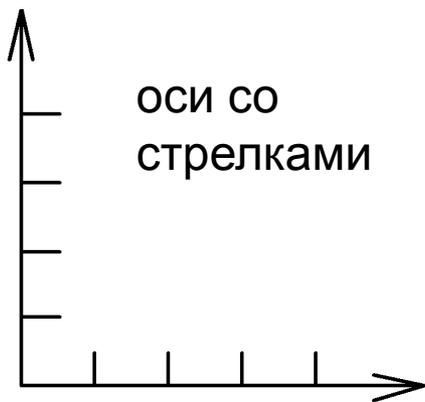


прямоугольная

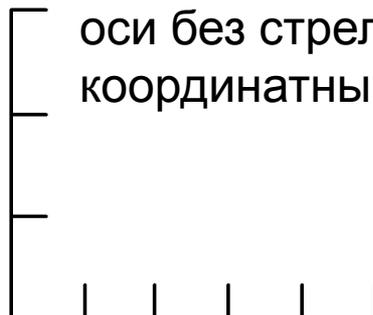


полярная

# Построение графика в прямоугольной системе координат



оси со  
стрелками

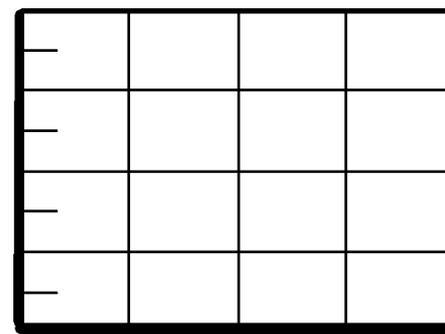
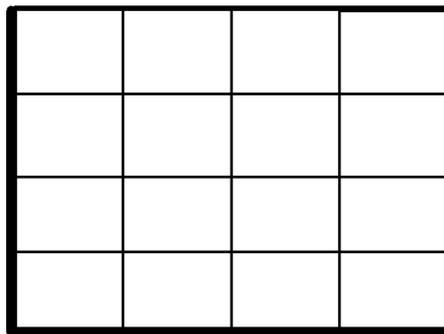


оси без стрелок - оканчиваются  
координатными штрихами

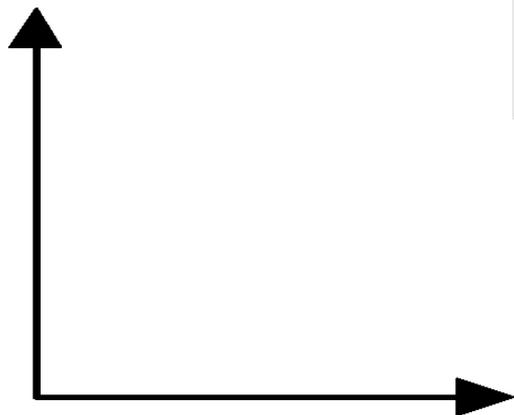


дополнительные оси  
для диаграмм,  
изображающие  
несколько  
функций в  
разных  
масштабах

координатная сетка  
(можно с  
дополнительными  
штрихами).



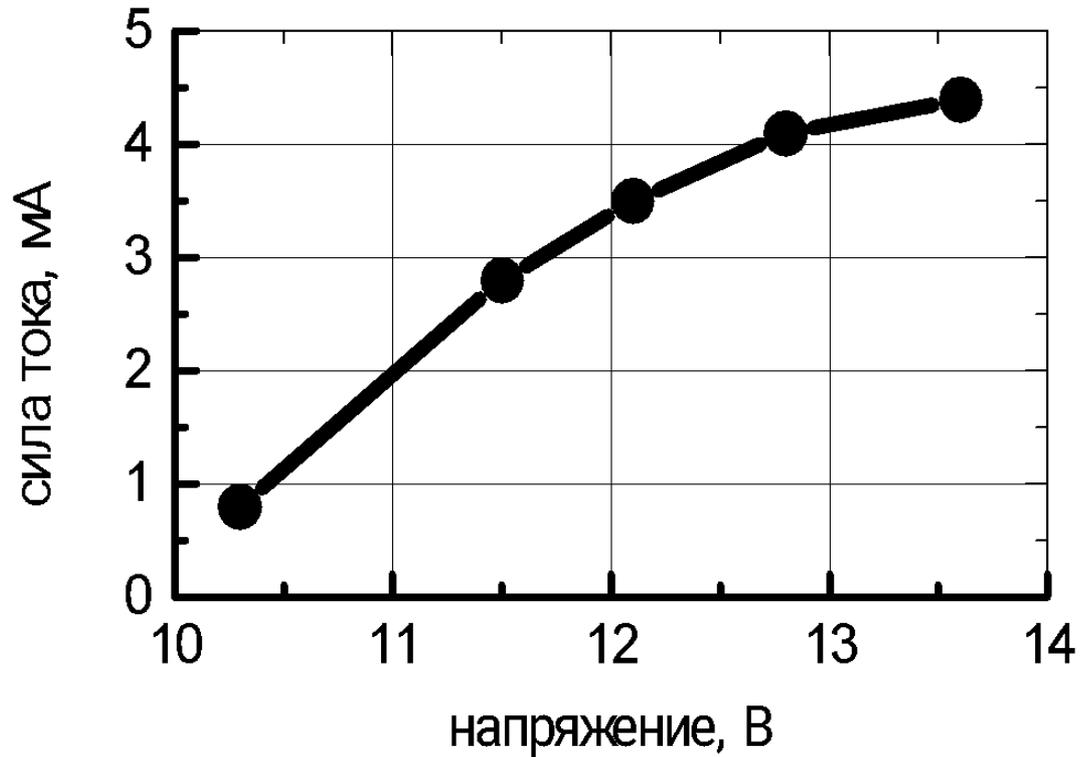
$Y = F(x)$  - функциональная  
зависимость



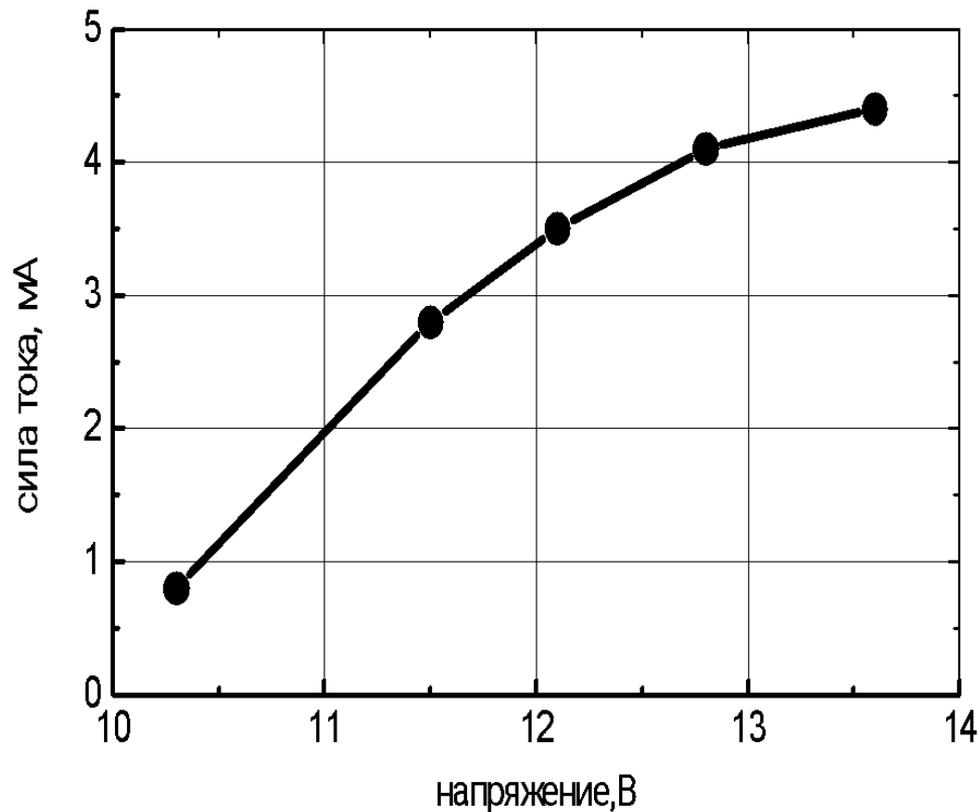
$X$  - независимая  
переменная

- График должен быть ярким и контрастным (но не грязным).
- Все надписи достаточно крупными ( 4-5 мм), легко читаться – выполнены чертежным шрифтом (печатными буквами).

- Весь график, в том числе и подписи, должен быть выполнен карандашом.

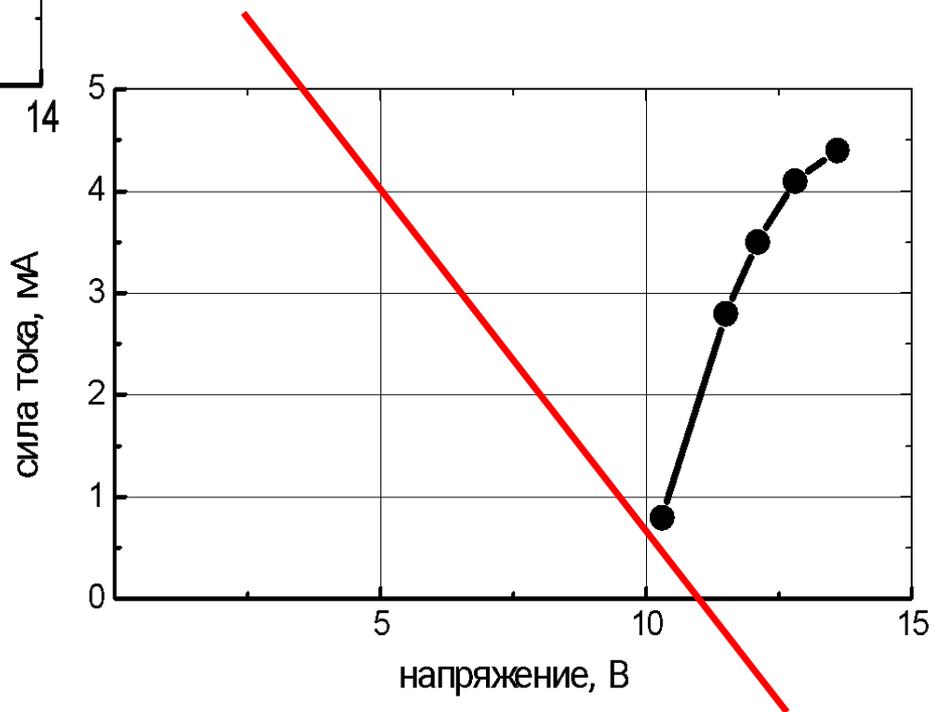


- Толщина линий:  
если толщина оси -  $S$  (0,3 - 0,5 мм),  
координатная сетка и штрихи -  $S/2$  -  $S/3$ ,  
кривая функциональной зависимости –  $2S$ .  
Экспериментальные точки -  $4S$ .



## Выбор и нанесение масштаба

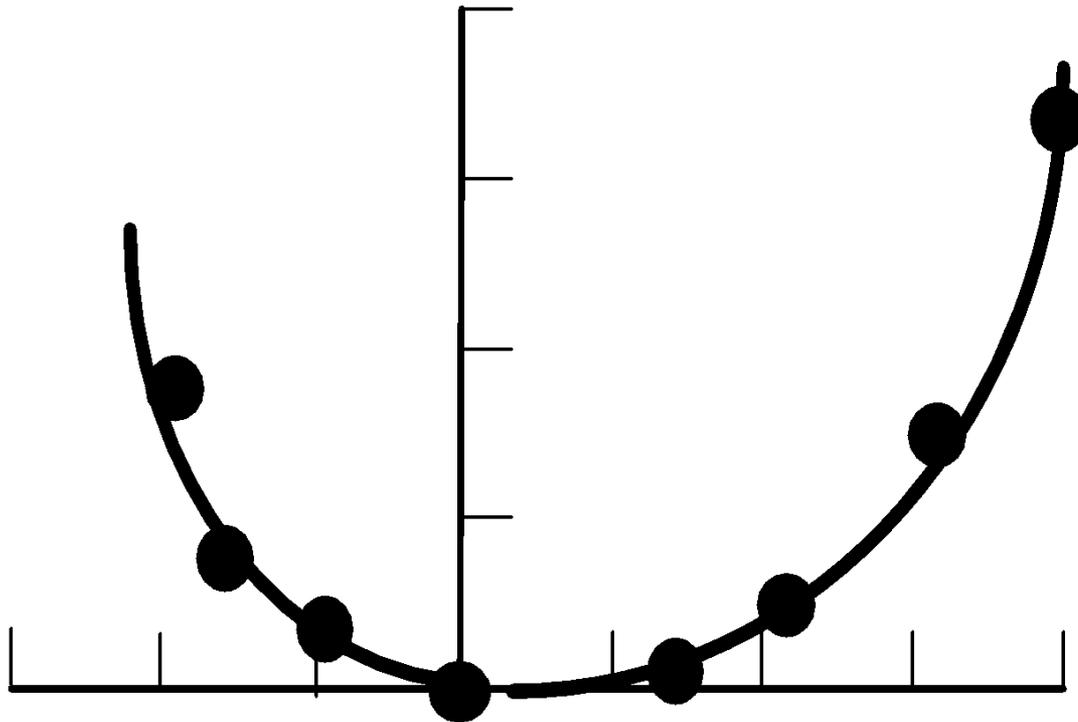
Координатные оси и сетку наносят только в тех областях, где будет построен график.



# Выбор и нанесение масштаба

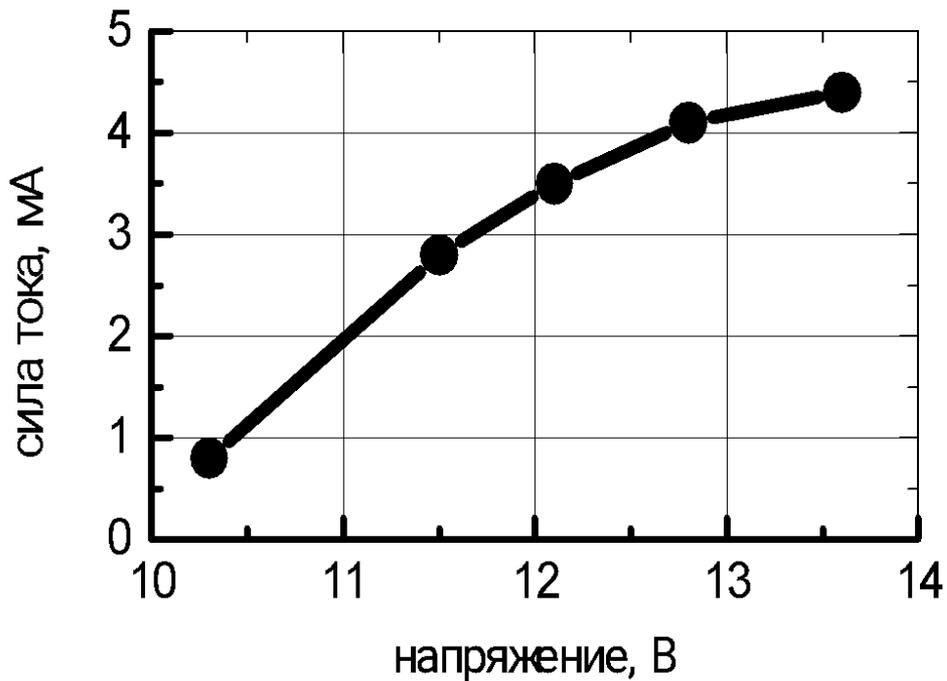
Если на графике есть положительные и отрицательные значения, ось обязательно проходит через «0».

При переходе через «0» масштаб можно поменять.

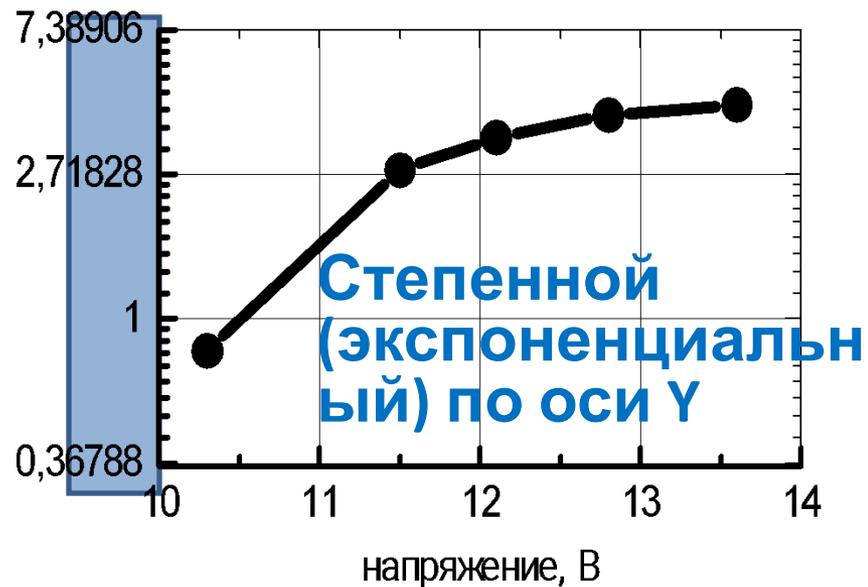


# Выбор и нанесение масштаба

## Равномерный масштаб

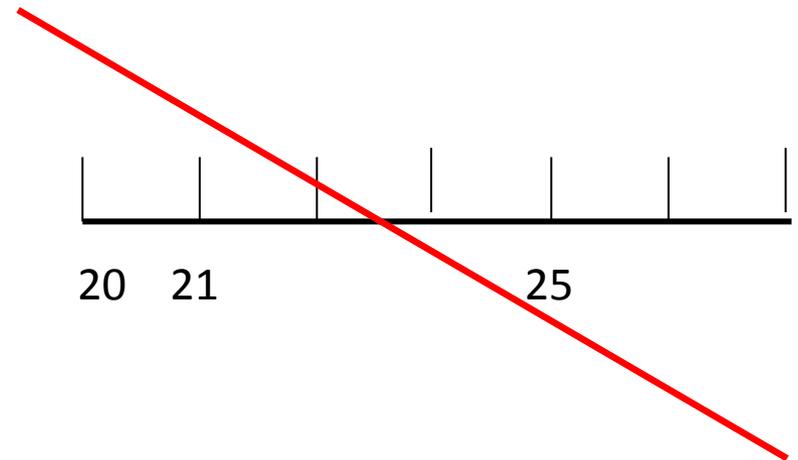
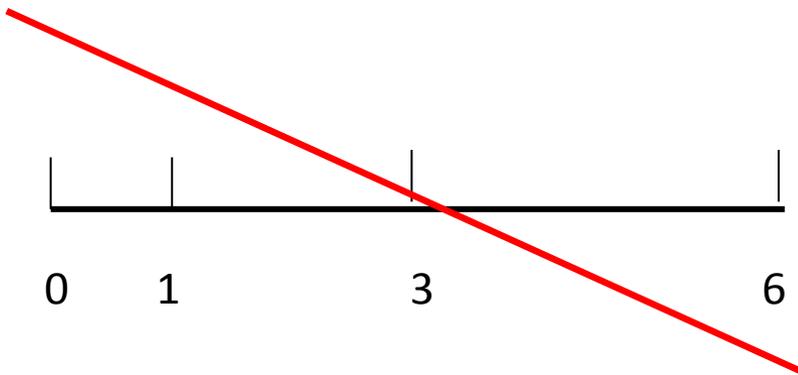


## Функциональный масштаб



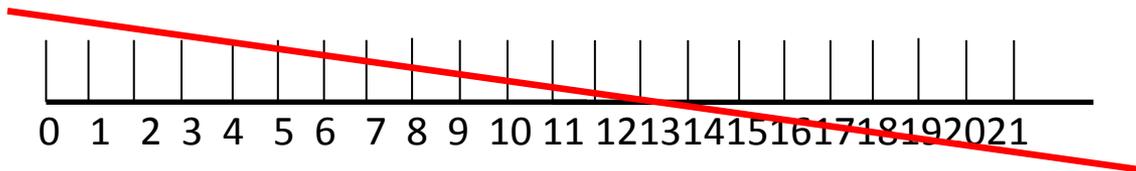
# Некоторые ошибки, которые часто допускают:

- Для равномерного масштаба штрихи и подписи к штрихам наносят строго равномерно, первое и последнее деления должны быть подписаны.

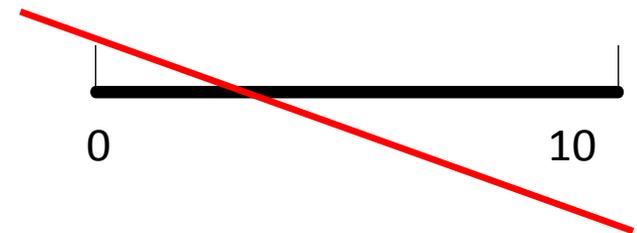


- Ось - ваша рабочая линейка. По ней должно быть удобно считывать значения.
- На осях обычно делают 5 – 10 рисок, рядом с рисками наносят их числовые значения.  
***Измеренные значения на шкалы не наносят.***

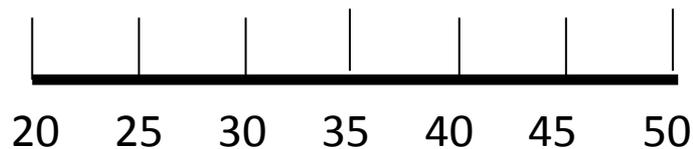
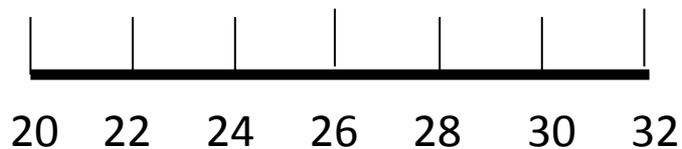
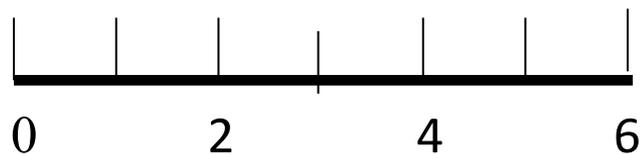
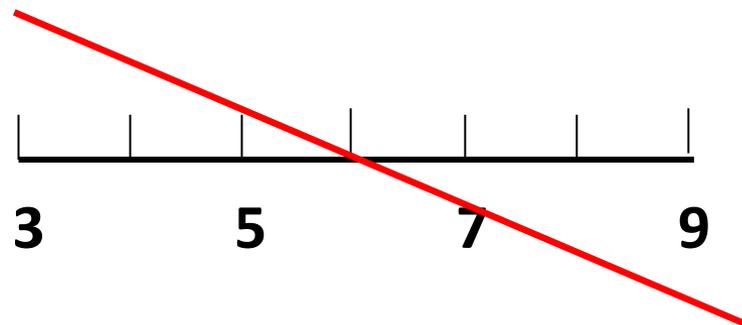
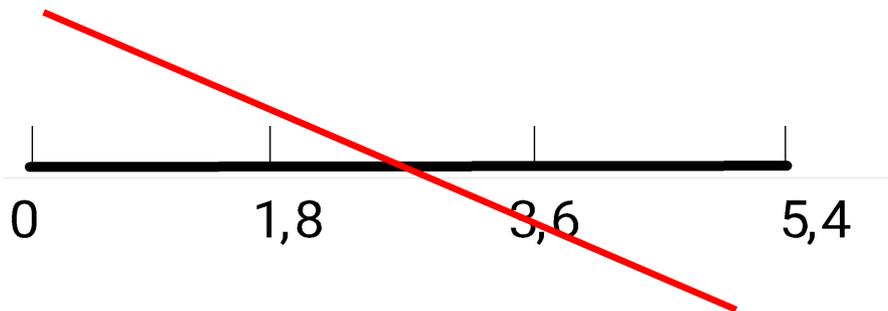
***Значения подписаны слишком часто***



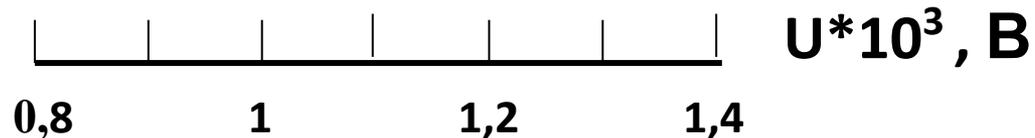
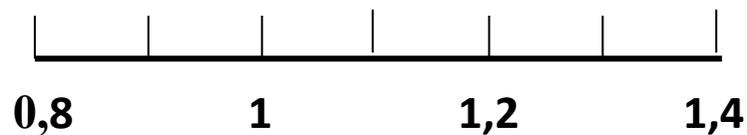
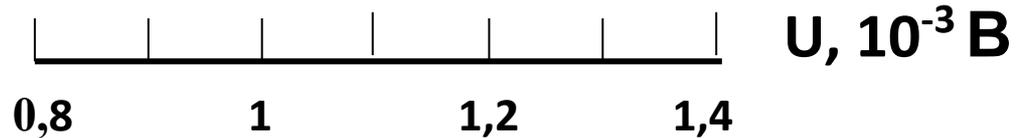
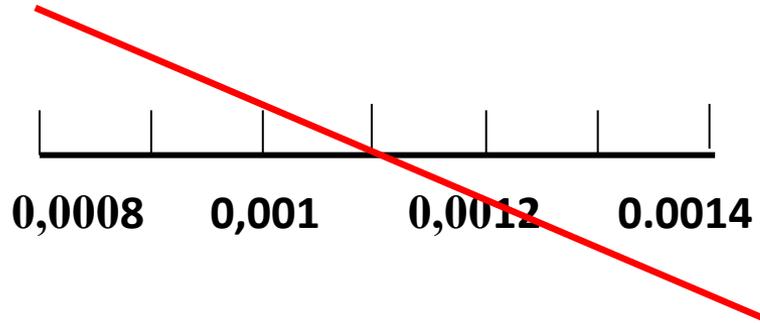
***слишком редко***



- Числовые значения должны быть кратные 10 (1), 2, 5, по возможности целые.



- Множитель (кратный  $10^3$ ) выносим к единицам измерения или к обозначению измеряемой величины:



# Обозначения переменных величин и их единиц измерения

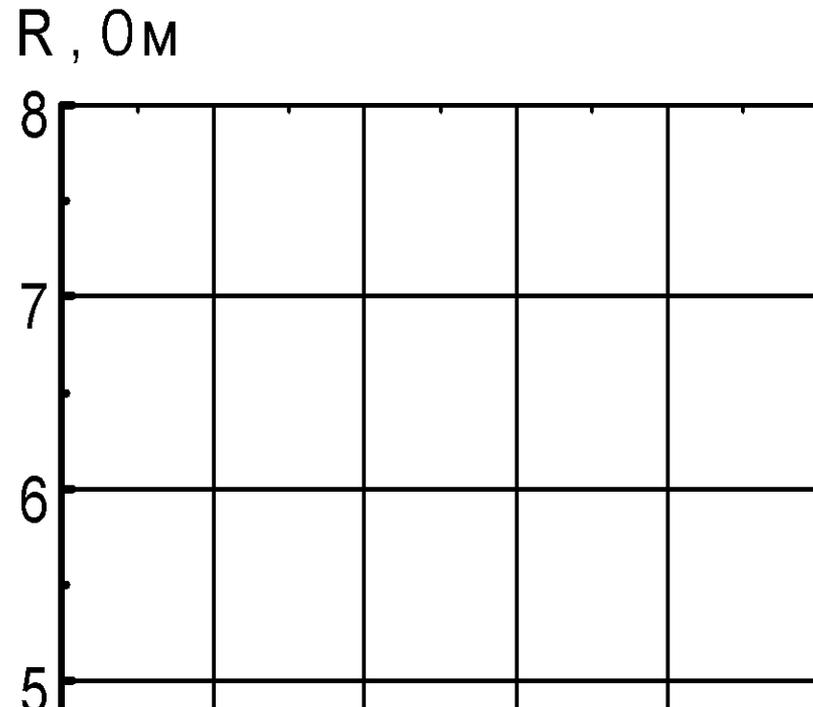
## 1. Символом ( $R, C, U$ ).

Это удобно, когда символы общепринятые, или поясняются в тексте.

Символ можно поставить:

- в конце шкалы

Единицы измерения надо обозначить сразу после символа через запятую.



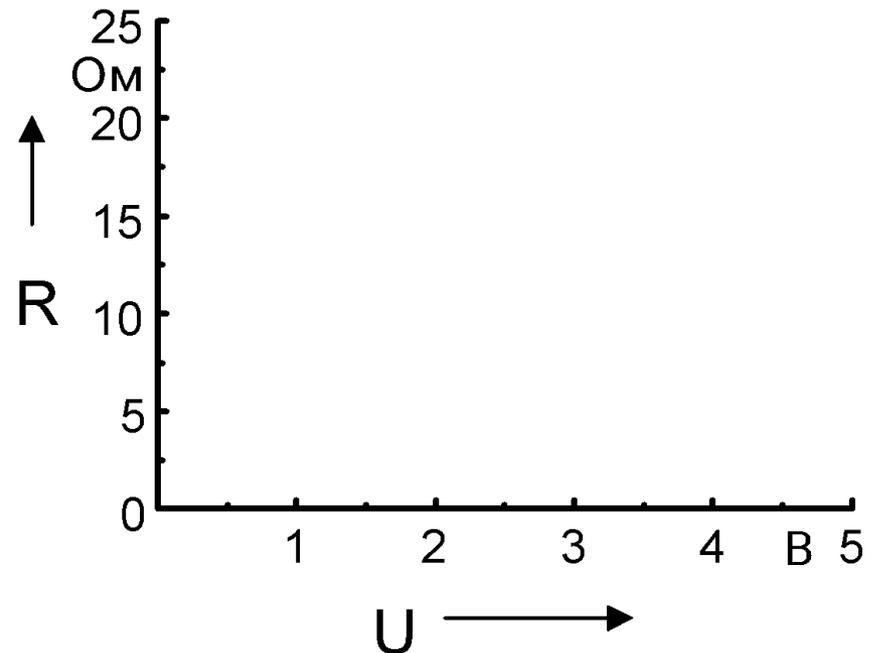
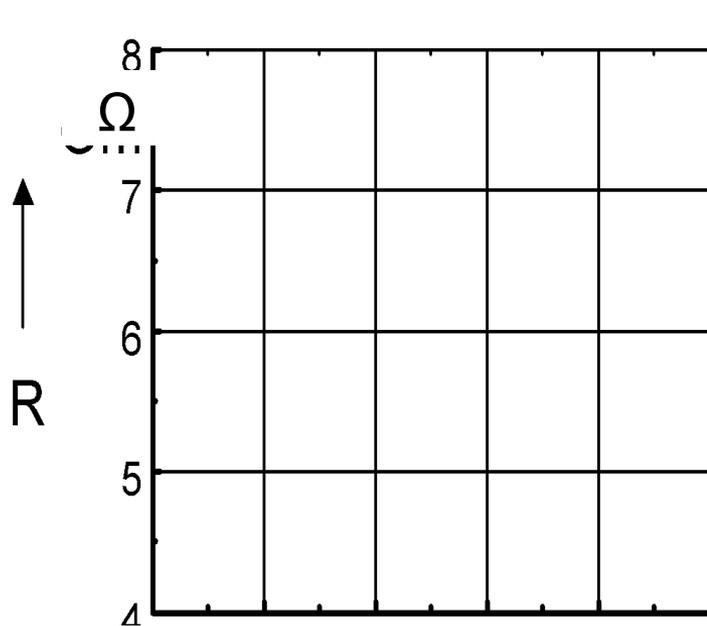
## Обозначения переменных величин и их единиц измерения

Символ можно поставить:

- **в центре шкалы перед стрелкой.**

Стрелки на осях ставить не надо.

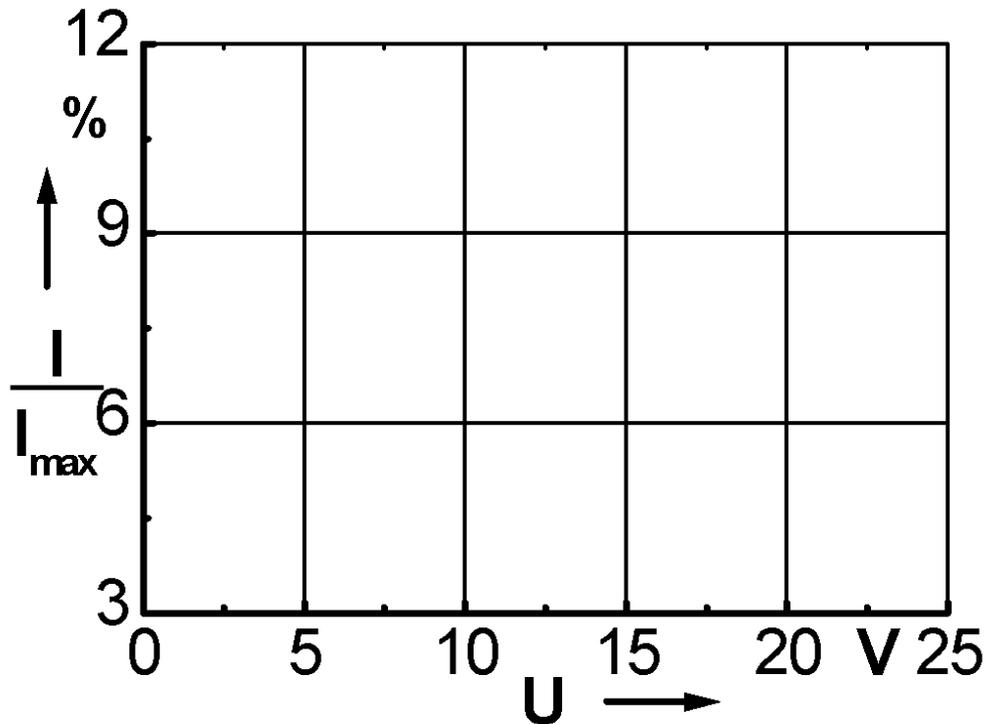
Единицы измерения нужно нанести между последним и предпоследним значением шкалы или вместо предпоследнего деления.



## Обозначения переменных величин и их единиц измерения

### 2. Математическим выражением

(например,  $\sin(\omega t)$ ,  $I/I_{\max}$ ) **в центре шкалы.**



Обозначения в виде символов и математических выражений следует располагать **горизонтально**.

## Обозначения переменных величин и их единиц измерения

### 3. Наименованием



или наименованием и символом -  
то есть непосредственно написать  
словами, что отложено по осям.  
Располагают надпись ***вдоль оси,  
по центру.***

***По разным осям можно использовать  
различные обозначения***

# Пример построения графика

Таблица 1.

Вольтамперная

N	характеристика резистора:		I, мА	$\Delta I$ , мА
	U, В	$\Delta U$ , В		
1	0	0	0	0
2	5	0,2	2,3	0,1
3	8	0,2	4,1	0,5
4	10	0,4	4,3	0,5
5	12	0,4	5,5	0,5
6	14	0,4	6,2	0,5
7	16	0,4	7,2	0,5

1. Определяем масштаб и размер графика

**Ось X:** U от 0 до 20 В – сетка через 5 В

**Ось Y:** I от 0 до 8 мА – сетка через 1 мА:

# 1. Определяем масштаб и размер графика



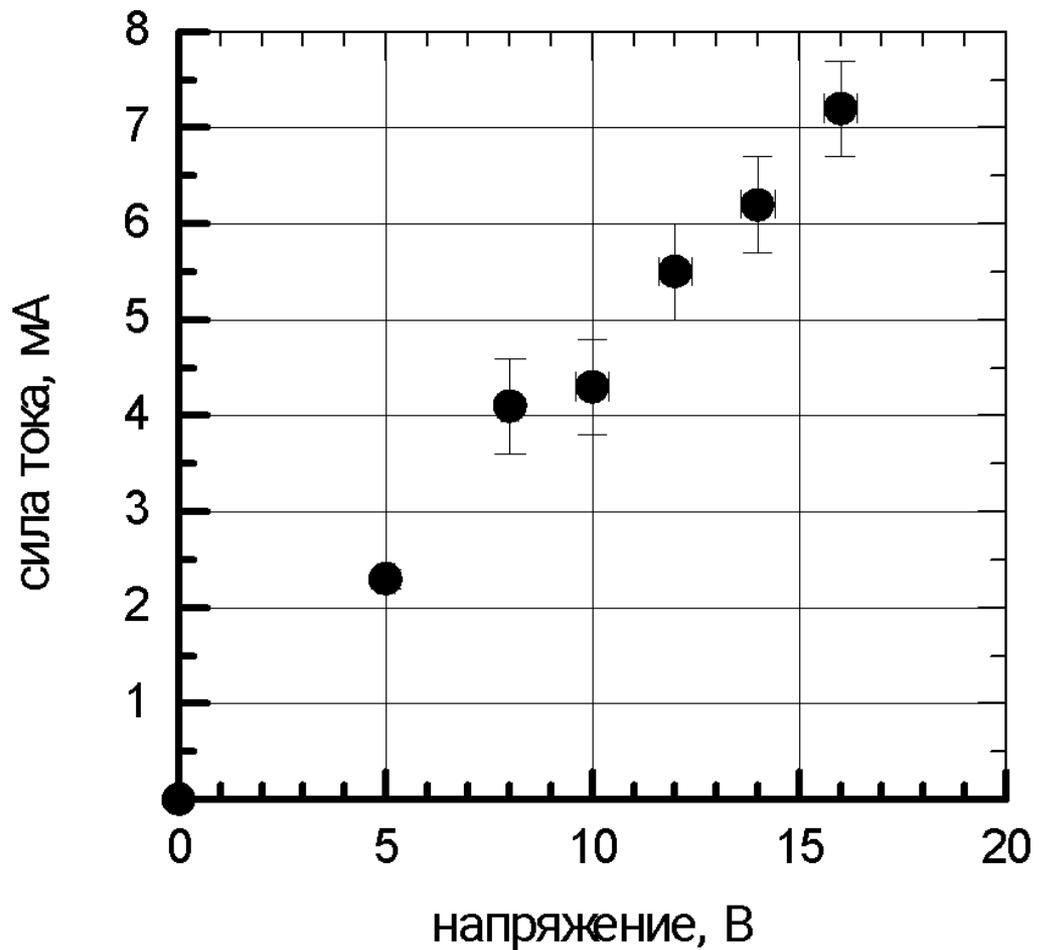
**Ось X:**  $U$  от 0 до 20 В  
– сетка через 5 В:  
*удобно взять за масштабный отрезок «5 В» 2,5 см (или 5 см, если позволит размер листа).*

**Ось Y:**  $I$  от 0 до 8 мА –  
сетка через 1 мА:  
*удобно взять за «1 мА» 1 см (или 2 см).*

## 2. Наносим точки и погрешности измерений

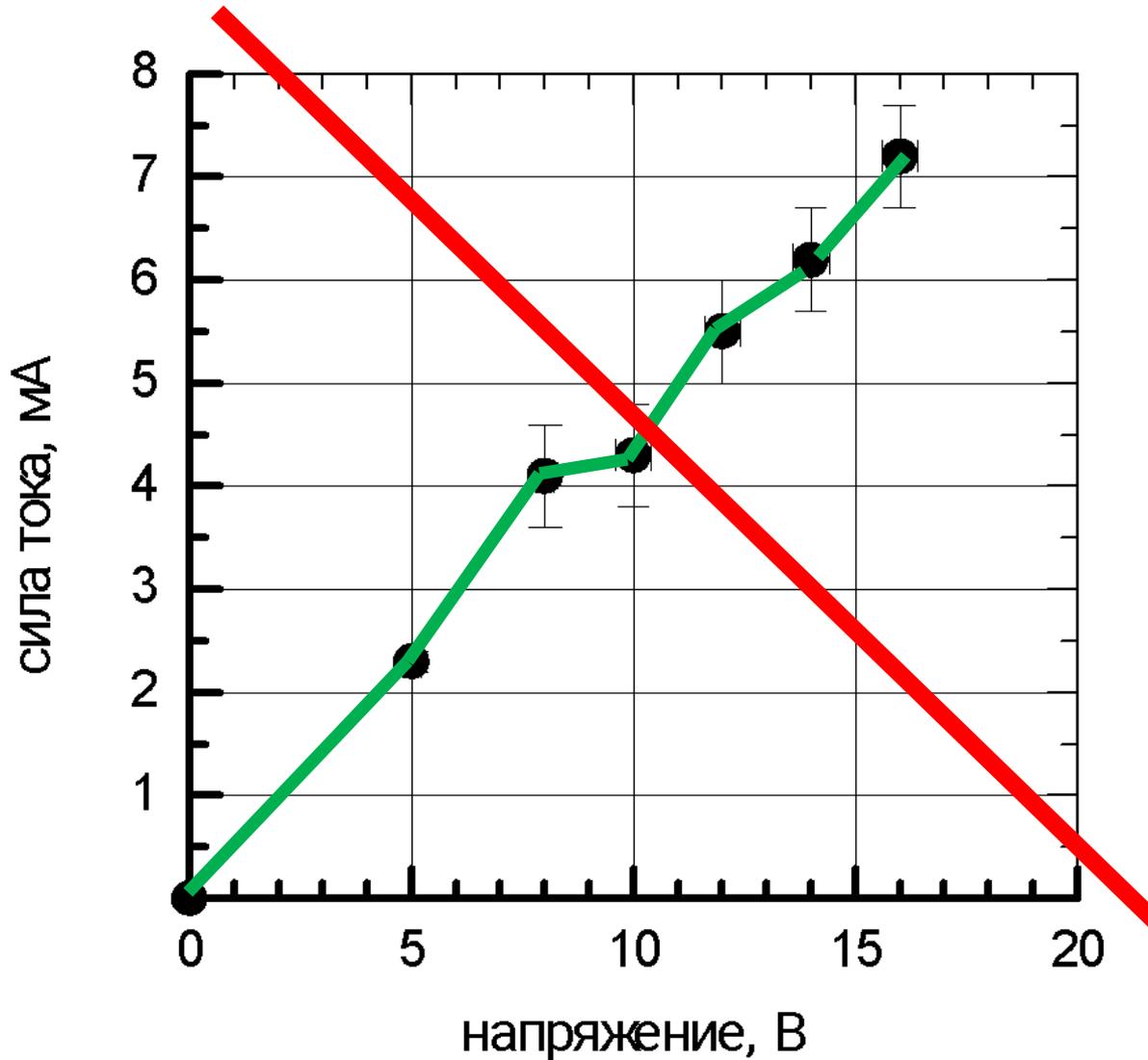
Таблица 1. Вольтамперная характеристика резистора.

N	U, В	$\Delta U$ , В	I, мА	$\Delta I$ , мА
1	0	0	0	0
2	5	0,2	2,3	0,1
3	8	0,2	4,1	0,5
4	10	0,4	4,3	0,5
5	12	0,4	5,5	0,5
6	14	0,4	6,2	0,5
7	16	0,4	7,2	0,5

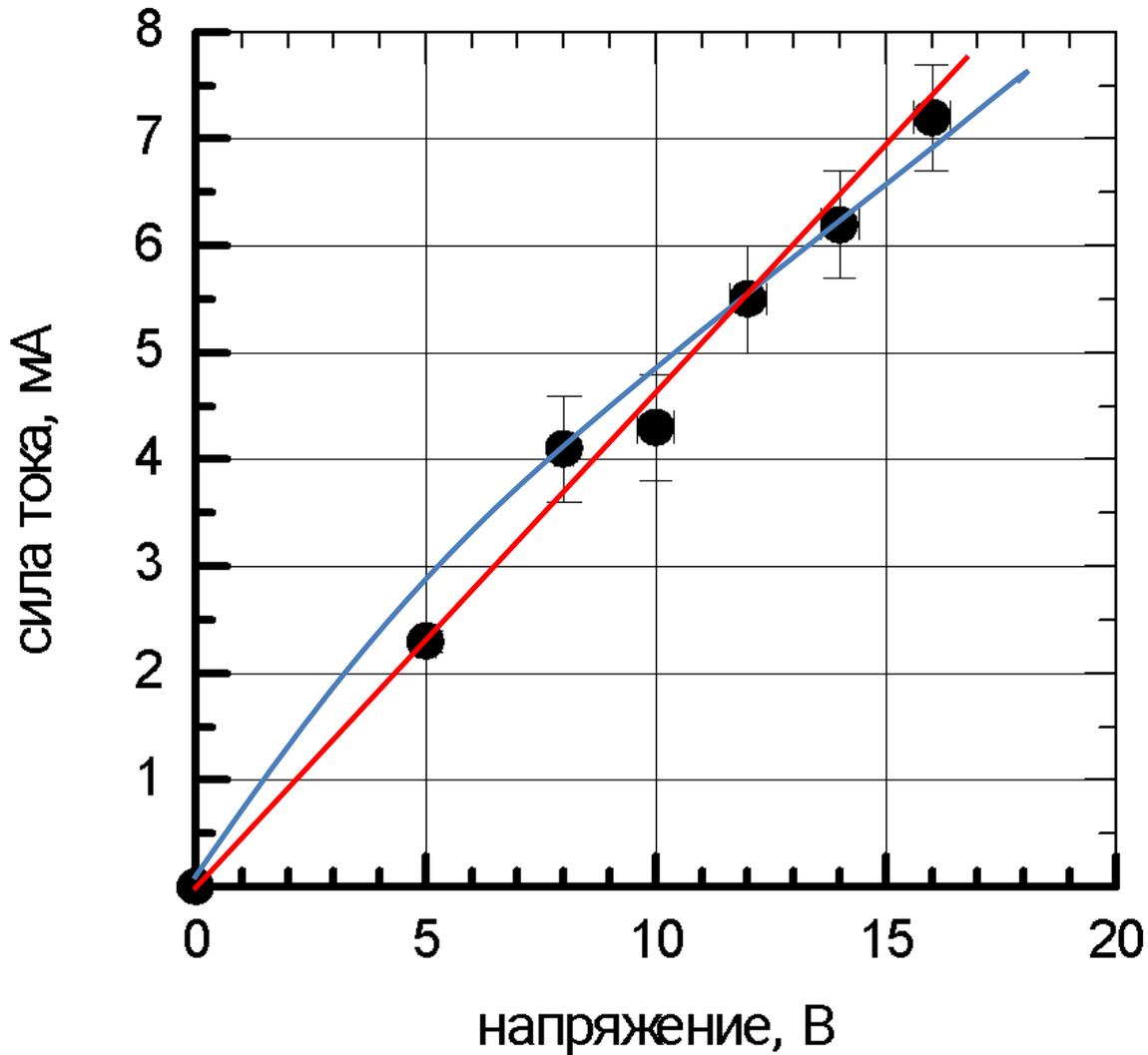


### 3. Проводим кривую в пределах погрешностей.

Нельзя соединять точки отрезками или проводить кривую точно через точки

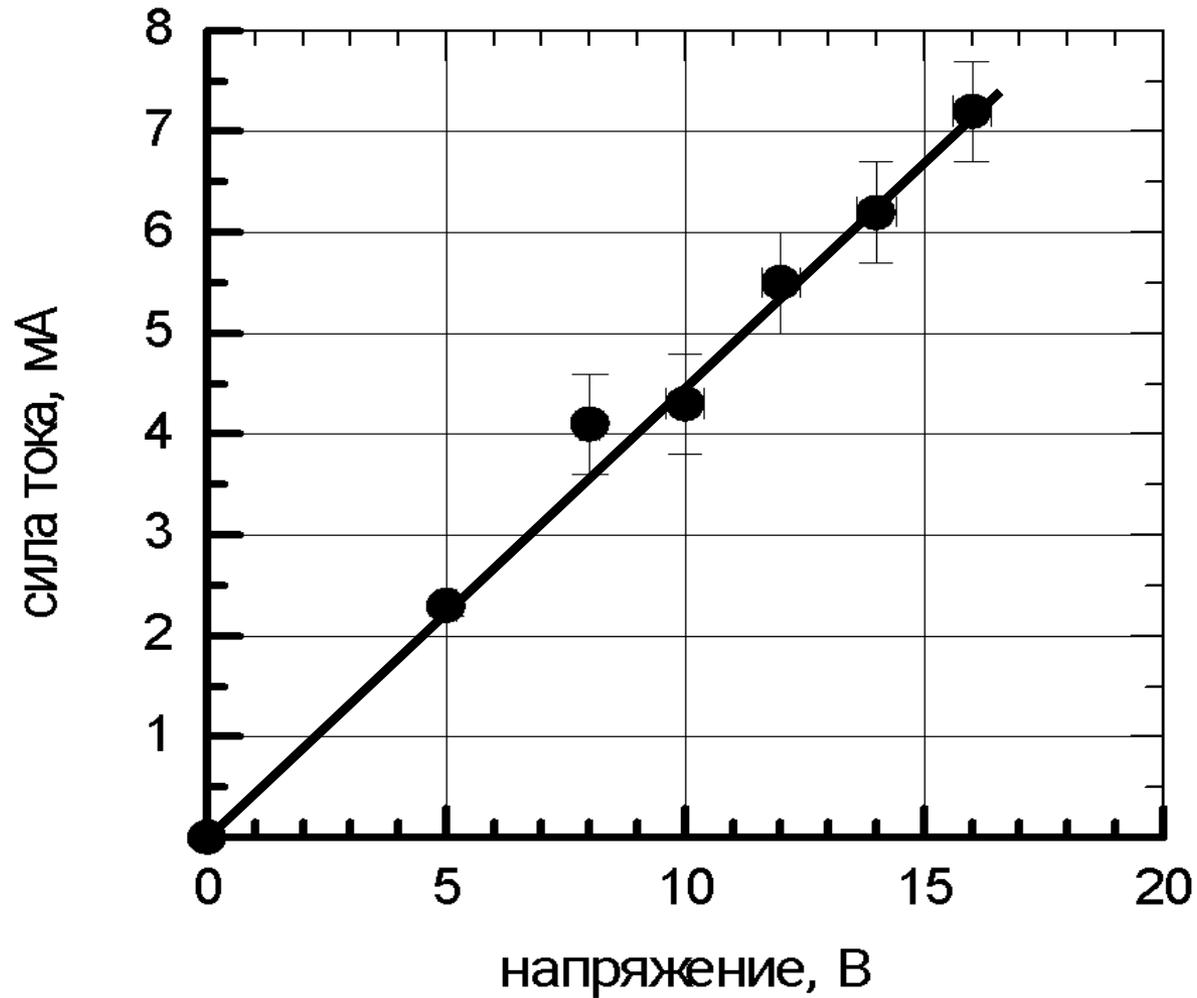


### 3. Проводим кривую в пределах погрешностей.



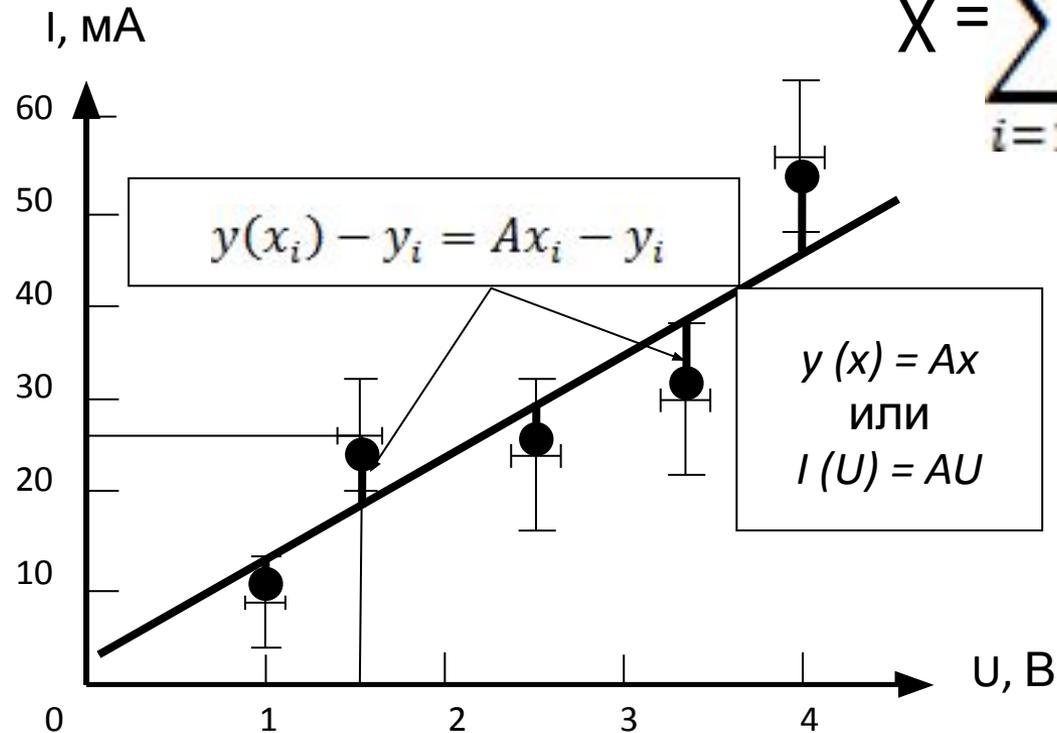
- Руководствуемся
1. теорией
  2. Наиболее простой формой

#### 4. Подписать график .



Вольтамперная характеристика резистора R4. Задача №2, упр. 2.

# Построение прямой методом наименьших квадратов



$$\chi = \sum_{i=1}^N \frac{(Ax_i - y_i)^2}{\sigma_i^2}$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{x_i y_i}{\sigma_i^2}}{\sum_{i=1}^N \frac{x_i^2}{\sigma_i^2}}$$

$$\Delta A = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{x_i^2}{\sigma_i^2}}$$