

Требования к отчету по лабораторной работе

1. **Обязательно** читайте порядок выполнения работы! В нем есть ответы на все ваши вопросы.
2. Отчет должен быть **аккуратным**, рисунки, схемы, графики выполняются **карандашом, по линейке**. *Рекомендую сначала работать в черновике ☺* Если у вас есть ошибка и вы не можете самостоятельно разобраться в чем дело, я могу вам помочь **только** в случае, если вы предоставите мне **расчеты на черновике!**
3. Результаты измерений представляются в таблице с **той точностью**, которой были измерены.

Например, измеряется диаметр d проволоки микрометром с точностью 0,01 мм, а длина проволоки l сантиметровой лентой с точностью 1 мм.

	$d \cdot 10^{-3}$, м	l , м
Верно!	0,40	0,701
Неверно!	0,4	0,7

4. В таблицу записываем значения в системе СИ и если нужно, выносим множитель (10^{-3} , 10^5 ...) в шапку таблицы.

4. В отчете представляется **обработка** всех результатов, а не просто ответы, причем в формулу подставляются средние значения прямых измерений, взятые из таблицы.
Например, расчет модуля Юнга:

$$E = \frac{4l_0}{\pi d^2} k_{cp} = 198,72 \text{ ГПа}$$

$$E = \frac{4l_0}{\pi d^2} k_{cp} = \frac{4 \cdot 0,701}{3,14 \cdot (0,397 \cdot 10^{-3})^2} \cdot 35073 = 198,72 \cdot 10^9 \text{ Па} = 198,72 \text{ ГПа}$$

5. Не забываем писать **размерность** физической величины:

$$E = 198,72 \text{ (?)}$$

$$E = 198,72 \text{ ГПа}$$

6. Представляем результат, если это возможно, в **«читаемом»** виде, например модуль Юнга для стали:

$$E = 198721468952,32 \text{ Па}$$

• Окончательный результат эксперимента с трением:

$$\mu_{\text{экспер}} = \mu_{\text{ср}} \pm \Delta\mu = 3928,6 \cdot 10^{-4} \pm 7,4 \cdot 10^{-4}$$

$$\mu = 0,3928 \pm 0,0014$$

Графики

Основные требования к построению графических зависимостей изложены в пособии Н.С. Кравченко, О.Г. Ревинская *Методы обработки результатов измерений и оценки погрешностей в учебном лабораторном практикуме* стр.72-75

Основные требования, предъявляемые к построению графиков

1. Графики строят на *бумаге форматом* 14×18, 14×14 или 18×14 см с помощью линейки и карандаша либо с помощью специальных компьютерных средств для построения графиков, которые предоставляют такие программные продукты, например, как MS Excel, Origin, Mathematica и др.
2. На *координатных осях* должны быть указаны обозначения (наименования) откладываемых величин и единицы их измерения.
3. *Начало координат* выбирают таким образом, чтобы площадь графика была использована максимально. Поэтому начало координат может не совпадать с нулевым значением на одной или обеих координатных осях.
4. *Экспериментальные точки* изображаются четко и крупно в виде кружков, крестиков, квадратов, ромбов и т. п.

5. **Масштабные деления на координатных осях** следует наносить равномерно. Координаты экспериментальных точек на осях не указывают, и линии, определяющие эти координаты, не проводят.

6. **Масштаб** выбирают таким образом, чтобы:

а) кривая, изображающая график зависимости, была максимально растянута вдоль обеих осей (например, если график представляет собой прямую, а область построения графика является квадратной, то угол наклона этой прямой к осям должен быть близок к 45°);

б) положение любой точки можно было определить легко и быстро. Масштаб считается удобным, если в одном масштабном делении (миллиметре или сантиметре), нанесенном на оси графика, содержится одна или две (пять, десять, пятьдесят и т. д.) единиц измеренной величины.

7. Учитывая, что экспериментальные данные содержат определенную случайную погрешность, **кривую (прямую)**, изображающую экспериментальную зависимость, следует проводить не по экспериментальным точкам, а вблизи от них – так, чтобы количество экспериментальных точек по обе стороны от кривой было одинаковым. В большинстве случаев кривая должна быть гладкой.

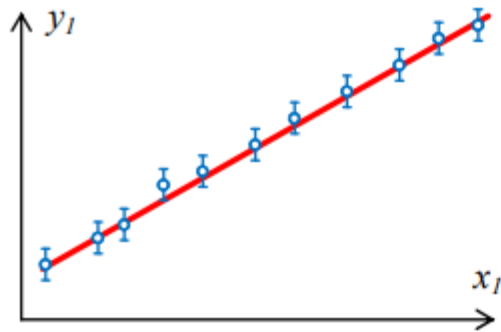


Рис. 14. График зависимости $y_1 = F_1(x_1)$ с указанием погрешности измерений физической величины y_1

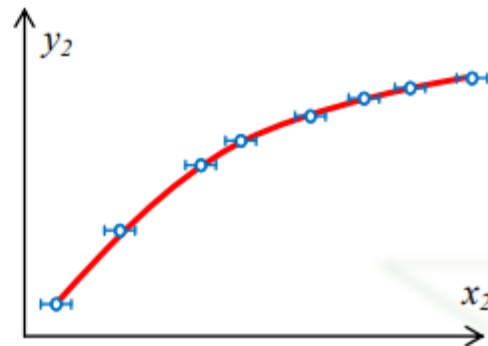


Рис. 15. График зависимости $y_2 = F_2(x_2)$ с указанием погрешности измерений физической величины x_2

8. При необходимости на графике можно **отложить погрешности прямых или косвенных измерений** соответствующих величин (доверительные интервалы). Делается это с помощью вертикальных или горизонтальных отрезков ($\overline{\square}$, $\overline{\circ}$), симметрично расположенных относительно экспериментальных точек.

На рис. 14 и рис. 15 приведены примеры изображения погрешностей измерений на графиках некоторых физических зависимостей $y_1 = F_1(x_1)$ и $y_2 = F_2(x_2)$. В пределах погрешности эксперимента по экспе-

риментальным данным можно провести несколько кривых, проходящих достаточно близко к экспериментальным точкам.

- ✓ Если на графике **две** зависимости, каждая **подписывается!**
- ✓ **Сравниваем** две зависимости (кривая 1 идет выше, следовательно материал 1 подвержен большей деформации...)
- ✓ После графика пишем **вывод**, какая зависимость? Соответствует ли она закону? (Экспоненциальная, линейная...)

Наиболее типичные ошибки при построении графиков

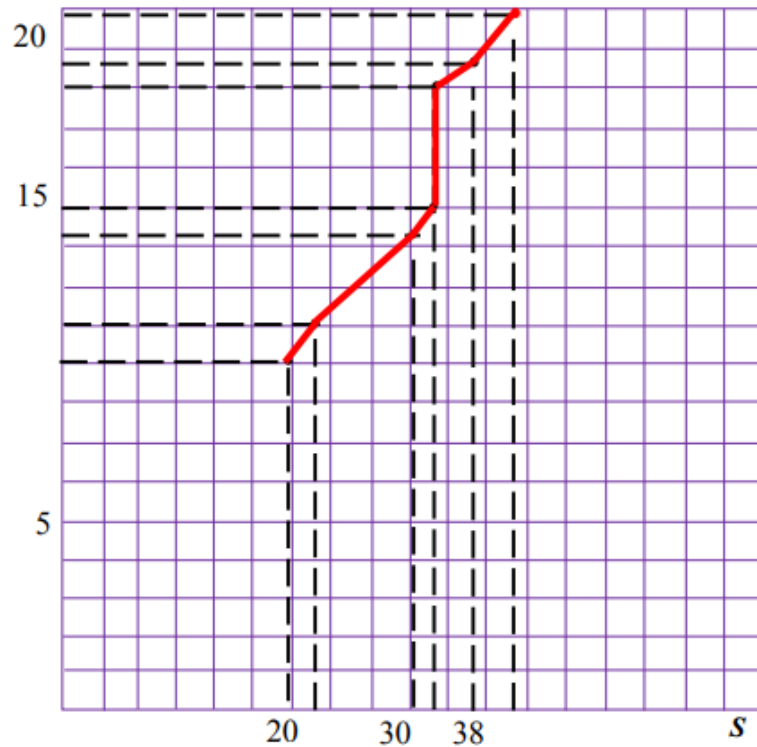


Рис. 16. Пример несоблюдения требований к построению графика

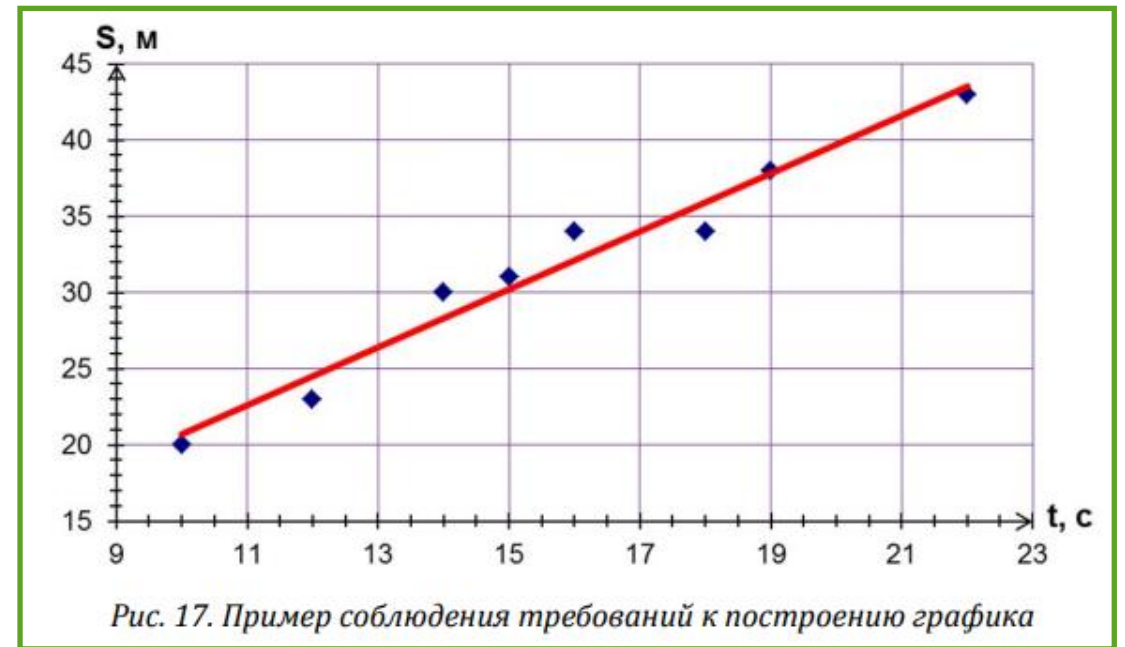


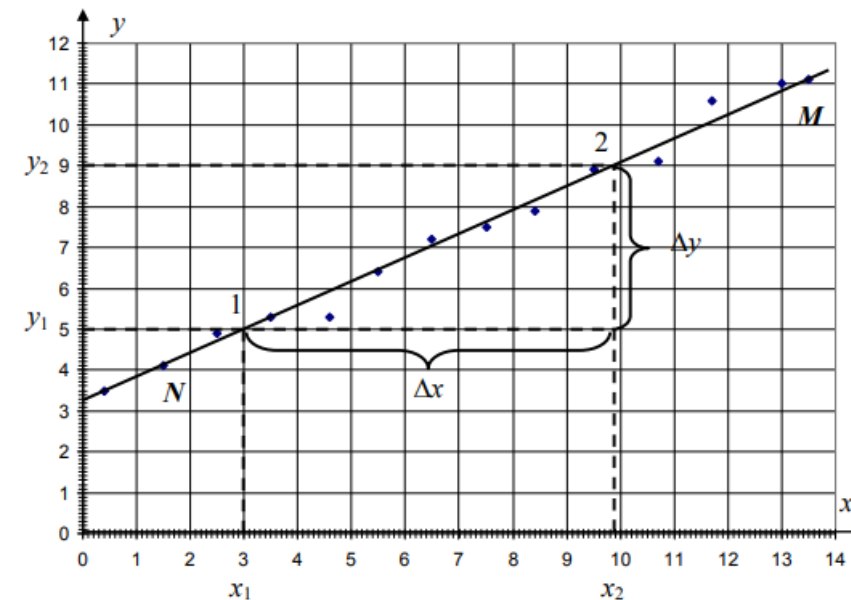
Рис. 17. Пример соблюдения требований к построению графика

Рекомендую 😊 научиться строить графики в MS Excel

Н.С. Кравченко, О.Г. Ревинская Методы обработки результатов измерений и оценки погрешностей в учебном лабораторном практикуме стр.106-116

Результаты получаемые из графиков

1. Определить по графику какую-либо величину. Значение её определяется масштабом графика, например, если цена одного деления 0,05, то величина также определяется до сотых, причем последняя цифра в этом примере может быть 0 или 5.
2. Определить тангенс угла наклона. **Обязательно!!!** На графике указываются катеты по которым он определяется. Приводится расчет и записывается размерность, если она есть. По сути, в физике, тангенс – это есть **отношение** некоторых **физических величин**.



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{9 - 5}{9,9 - 3} = \frac{4}{6,9} = 0,58$$

Выводы

краткое резюме по результатам эксперимента: что удалось или не удалось измерить, были ли достигнуты поставлены цели, выводы по результатам работы и т.п.

Цель: определить физическую величину.

Например: определить модуль Юнга из растяжения проволоки

1. В выводе **обязательно** сравнивается полученный результат с известным табличным (справочным) значением измеряемой величины. *Причем значение физической величины выписывается из справочника* ($E_{\text{табл}}=210$ ГПа)
2. Совпадают ли табличное и экспериментальное значения? (можно писать: «совпадает в пределах погрешности», «совпадает по порядку величины», либо не совпадает, тогда описываем причины). Чему равна относительная погрешность?
3. Обсуждение возможных причин ошибок и способов их устранения.

Цель: определить физическую величину двумя способами.

1. Сравниваются эти величины. На сколько процентов экспериментальные значения, полученные двумя способами, отличаются от теоретического? Чему равна относительная погрешность?
2. Какой способ дает лучший результат.
3. Обсуждение возможных причин ошибок и способов их устранения.

Выводы

Цель: проверить какой либо закон.

Выполняется ли закон? Что позволило сделать такое утверждение? *Например: на графике видно, что абсолютное удлинение линейно зависит от приложенной силы, что подтверждает закон Гука при упругих деформациях.*

ИЛИ Можно ли считать, что закон ... в данной работе выполняется? Почему?

Цель: изучение какого либо явления или исследование зависимостей физических характеристик от разных параметров.

1. Описать какое явление изучалось, какие характеристики менялись.
2. Анализируем графики, указываем какие зависимости получены, соответствуют ли они закону. *Например: Из рис.1 видно, что график зависимости тока от напряжения носит линейный характер, что согласуется с законом Ома.*

⑤ Выводы по проделанной работе.

Значения удельного заряда электрона, полученные разными методами, отличаются от табличных.

Это связано с тем, что:

- при использовании закона $\frac{3}{2} \frac{v}{\lambda}$:
 - значение A для данного катода отличается от используемого в обработке результатов значения $A = 2,85$, соответствующего принятым модельным представлениям.
- при реализации метода магнетрона не учитываются:
 - тот факт, что радиус электронного облака больше радиуса катода;
 - начальные тепловые скорости электронов;
 - отсутствие цилиндрической симметрии у электрического поля внутри диода.

⑤ Выводы по проделанной работе.

Экспериментальная и теоретическая зависимости индукции магнитного поля от координат отличаются друг от друга. Возможно, это связано с тем, что при измерениях вольтметр, подсоединенный к усилителю, отсодил от установки на нуль, и поэтому давал неверные показания.

Эффективный радиус катушек Гельмгольца, найденный по зависимости $B(z)$, сильно отличается от их среднего радиуса. Возможно, это тоже связано с неверными показаниями вольтметра.

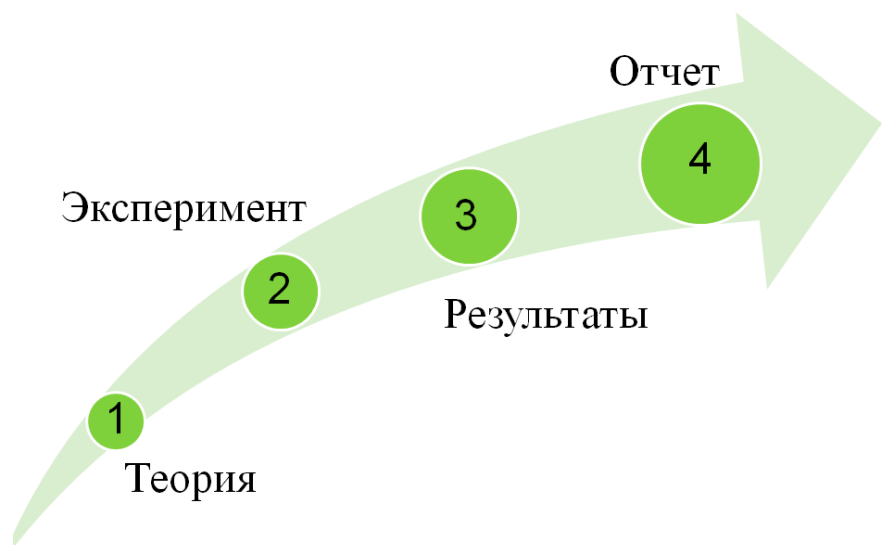
⑤ Выводы по проделанной работе.

Значения индуктивностей, определённые по резонансной частоте и значению индуктивности, определённое по зависимости $\frac{1}{Q}$ (R) катушки несколько отличаются друг от друга, поскольку значения индуктивности определялись в приближении $\omega_p \approx \omega_0$ (сопротивление катушки индуктивности изначально было неизвестно, а пренебречь им, как показали результаты, нельзя).

Полученные экспериментально зависимости $\omega_p(\frac{1}{Q})$ и $Q(\frac{1}{Q})$ получены с большой погрешностью, поскольку ширина резонансной кривой, а значит, и добротность определялись из графика достаточно грубо. ширине резонансной кривой


Значения добротности контура, определённые по графику и по известным параметрам колебательного контура, в пределах погрешностей совпадают.

Судя по АЧХ и ФЧХ для различных значений сопротивления резистора и ёмкости конденсатора, можно установить зависимость резонансной частоты и относительной амплитуды напряжения (в случае последовательного контура), и относительной амплитуды тока (в случае параллельного контура) от этих величин.



ПРЕЗЕНТАЦИЮ ПОДГОТОВИЛА

Юлия Борисовна МОРЖИКОВА

 /morzhikova

 morzhikova@tpu.ru

<http://portal.tpu.ru/SHARED/m/MORZHIKOVA>