

Правила оформления протокола измерений

Ниже приведены основные пункты протокола измерений.

1. Титульный лист

2. Цель и задачи работы: формулируется цель и задачи конкретной работы.

3. Таблица измерительных приборов: приводятся основные сведения об используемых **измерительных** приборах.

Название	Номер установки	Система	Класс точности	Предел измерений	Цена деления	Доверительная погрешность

Примечание: «система» и «класс точности» указываются только для электроизмерительных приборов.

4. Исходные данные и рабочие формулы: приводятся данные из паспорта экспериментальной установки, константы, необходимые для вычислений, и **формулы, по которым будут вычисляться величины и их погрешности в данной работе.**

Исходные данные заполняются в зависимости от имеющейся информации (например, нам известно ускорение свободного падения).

5. Таблица измерений: приводится таблица, в которую заносятся результаты прямых и косвенных измерений. В таблицу сначала заносят данные, которые нам заранее известны, затем – измеренные данные, в конце заносят полученные в ходе расчетов величины и их погрешности. Табличка должна отражать исследуемые зависимости.

**Таблица измерений зависимости удлинения нити от
массы грузика**

n	m , КГ	x_i , 10^{-3} М	$(x_i - \bar{x})$, 10^{-3} М	$(x_i - \bar{x})^2$, 10^{-6} М ²
1				
2				
3				
4				
5				
$x = (\bar{x} \pm \Delta x) \cdot 10^{-3}$ М ($n = 5$, $P = 95\%$)				

6. Расчет: приводится по одному примеру расчета каждой величины и ее погрешности. Для этого показывается подстановка конкретных значений в рабочую формулу и записывается полученный при этом результат вычислений с указанием единиц измерения.

7. Результаты: приводятся окончательные результаты измерений: полученное среднее значение с найденной погрешностью, таблица результатов или график.

8. Вывод: приводится вывод, полученный в процессе анализа результатов эксперимента. Вывод должен касаться **обнаруженных в процессе опыта явлений и закономерностей**, сравнения теоретических предсказаний с экспериментальными данными, характерных значений полученных величин и их погрешностей, возможных факторов, определяющих систематические погрешности измерений.

Приведем пример вывода.

В ходе проведения лабораторной работы были исследованы зависимость:

- 1) зависимость удлинения нити от приложенной силы;*
- 2) зависимость силы натяжения нити от числа звеньев цепи.*

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- 1) сила натяжения нити зависит линейно (прямо пропорционально) от количества звеньев в цепи и от массы подвешиваемого груза (выявленная линейность зависимости деформации нити от силы её натяжения упрощает расчёты по ходу эксперимента в случае измерения силы натяжения нити);
- 2) зависимость деформации нити от приложенной силы (при не слишком больших значениях) оказалась тоже линейной, что подтверждает справедливость закона Гука.

На основании вышеизложенного можно заключить, что результаты, полученные на практике, незначительно (в пределах 5 %) отличаются от теоретически рассчитанных. Следовательно, метод виртуальных перемещений может быть использован при решении практических задач.

Все страницы, таблицы, формулы, схемы и графики должны быть пронумерованы (в порядке использования).

Правила построения графиков

График (см. рис. 1) лучше строить на миллиметровой бумаге.

Оси. Графики, чаще всего строят в прямоугольной системе координат, где по оси абсцисс откладывают аргумент, независимую величину, а по оси ординат – функцию, зависимую величину. Оси рисуют без стрелочек.

Масштаб по осям. Оси необязательно должны содержать начало координат, обычно учитывают минимальное и максимальное значение. При необходимости выбирают логарифмический масштаб. Масштаб выбирают таким образом, чтобы экспериментальные точки максимально распределились вдоль каждой из осей.

Масштабные метки. Число меток не должно превышать 5 – 7 (иногда 9), допускается отмечать промежуточные метки без указания числового значения. Обычно выбирают «круглые» числа с минимумом знаков после запятой.

Подписи осей. Около осей указываются обозначение величины и ее единицы измерения (при необходимости у единиц измерения ставятся десятичные множители).

Экспериментальные точки должны быть отчетливо видны. При изображении на одном графике нескольких зависимостей их надо выделить точками разного вида (кружочки, ромбики, квадратики и т. п.).



Рис. 1. Аппроксимация экспериментальных точек: *а* – правильная аппроксимация экспериментальных точек (прямая проведена в пределах погрешности симметрично относительно точек); *б* – неверная аппроксимация экспериментальных точек (линия не пересекает интервалы погрешности)

Проведение кривых.

Экспериментальные точки соединяют плавной кривой так, чтобы они в среднем были одинаково расположены по обе стороны от проведенной кривой. Если известно математическое описание наблюдаемой зависимости,

то теоретическая кривая проводится точно так же. Для того чтобы правильно построить график по известным точкам, следует использовать специализированные методы аппроксимации (например, метод наименьших квадратов).

Погрешности измерений. Вокруг проставленной экспериментальной точки строят два отрезка, параллельные осям абсцисс и ординат. В выбранном масштабе длина каждого отрезка должна равняться удвоенной погрешности величины, откладываемой по параллельной оси. Центр отрезка должен приходиться на экспериментальную точку.

Название. Под графиком приводится его название, поясняющее, к чему относится изображенная зависимость.

Мы рассмотрели основные принципы организации и проведения научного исследования. Далее мы приведем подробное описание некоторых

экспериментальных задач, на которых можно отработать технику выполнения исследовательской работы.

Запомните, что при проведении любых экспериментов, основным правилом является соблюдение техники безопасности. Любая лабораторная работа должна выполняться под контролем преподавателя.