

ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет оформляется на листе формата А4 или развернутом листе из школьной тетради в клетку.

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

- 1) фамилию, инициалы студента, группу, дату выполнения работы;
- 2) наименование выполняемой работы;
- 3) цель работы;
- 4) краткую теорию, основные расчетные формулы;
- 5) схему лабораторной установки с кратким пояснением основных элементов, а для виртуальных лабораторных работ, выполняемых в программе «Открытая физика 1.1» – схему опыта, также с пояснениями.
- 6) таблицу параметров установки и таблицу результатов измерений;
- 7) построение необходимых графиков в соответствии с требованиями, приведенными ниже;
- 8) расчет искомой величины в системе СИ с подстановкой данных;
- 9) расчет погрешностей;
- 10) запись окончательного результата в виде: $Z = \langle Z \rangle \pm \Delta Z$;
- 11) анализ результатов и краткие выводы, содержащие сравнение полученных результатов с табличными значениями (см. ниже);
- 12) на обратной стороне отчета должны быть написаны вопросы теоретического минимума (см. сайт umkd.volpi.ru); ответы на эти вопросы в письменном виде оформляются на отчете.

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ: ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ, ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ

Более подробно эти вопросы раскрыты в методическом указании №101

По результатам измерений и промежуточных расчетов во многих лабораторных работах требуется построить график функции $Y(X)$.

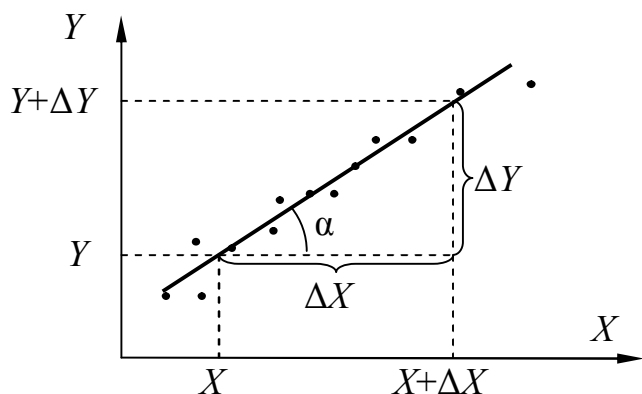


Рис.1

График строится на миллиметровке или листе в клетку размером не менее половины тетрадного листа. На каждой оси выбирается равномерный масштаб (риски через равные промежутки, числа через равное количество рисок). На графике отмечаются четкими точками результаты измерений или расчетов. Точки соединяются плавной линией, если зависимость $Y(X)$ не является линейной. В случае линейной зависимости проводится усредненная прямая, при этом часть экспериментальных точек может не находиться на этой прямой (см. рис.1).

Искомая величина Z в этом случае рассчиты-

вается по тангенсу или котангенсу угла α наклона графика: $Z = A \frac{\Delta Y}{\Delta X}$,

где A – произвольный коэффициент, свой в каждой работе;

ΔX – разница абсцисс двух произвольных точек графика;

ΔY – разница ординат этих точек (см. рис.1).

При расчете величины Z оставляется 3 – 4 значащих цифры. Значащие цифры – это все цифры числа, начиная с первой слева, отличной от нуля цифры, до последней, за правильность которой можно ручаться. Например, три значащих цифры имеют числа: 0,00578; $5,38 \cdot 10^5$; 420.

Если искомая величина рассчитывается 2 – 10 раз, то вычисляются:

$$1) \text{ среднее значение: } \langle Z \rangle = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_N}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Z_i,$$

где N – число измерений;

2) полная погрешность ΔZ прямых измерений равна квадратичной сумме ее составляющих: инструментальной Δ_a и случайной Δ_Z . $\Delta Z = \sqrt{\Delta_a^2 + \Delta_Z^2}$,

где $\Delta_a = t_{\alpha, \infty} \cdot \frac{\gamma}{\sqrt{3}}$ – инструментальную погрешность, γ – класс точности прибора; обычно Δ_a мала по сравнению с Δ_Z и ей можно пренебречь.

$$\Delta_Z = t_{\alpha}(N) S_Z = t_{\alpha}(N) \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Z_i - \langle Z \rangle)^2}{N(N-1)}} - \text{абсолютная случайная ошибка, } t_{\alpha}(N) - \text{коэф-}$$

фициент Стьюдента (см. табл. 1).

При расчете случайной погрешности задаются надежностью измерений, которую (в зависимости от целей измерений и требований к ним) принимают равной 0,9; 0,95; 0,96; 0,98; 0,99; 0,997; 0,999. Стандартная надежность измерений при выполнении лабораторных работ $\alpha = 0,95$.

Чем больше доверительная вероятность, тем надежнее оценка интервала и, вместе с тем, шире его границы.

Таблица 1. Значения коэффициентов Стьюдента $t_{\alpha}(N)$ при $\alpha = 0,95$.

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...	∞
$t_{0,95}(N)$	12,7	4,3	3,2	2,8	2,6	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	...	2,0

$$3) \text{ средняя относительная погрешность: } \varepsilon_Z = \pm \frac{\Delta Z}{\langle Z \rangle},$$

показывающая, какую часть средняя абсолютная погрешность составляет от результата измерений. Измеряется в долях или процентах.

Если искомая величина определяется один раз или результат нескольких измерений (расчетов) одинаков, то рассчитываются:

$$1) \text{ относительная погрешность: } \varepsilon_Z = \frac{|Z_T - \langle Z \rangle|}{\langle Z \rangle},$$

где Z_T – табличное, теоретическое или заданное изначально значение;

2) средняя абсолютная погрешность:

$$\Delta Z = \varepsilon_Z \langle Z \rangle;$$

Окончательный результат записывается в виде:

$$Z = \langle Z \rangle \pm \Delta Z$$

с соблюдением следующих правил:

1) средняя абсолютная погрешность округляется до одной значащей цифры в сторону увеличения, если отбрасываемая цифра не нуль;

2) в относительной погрешности оставляют три десятичных знака (десятые, сотые и тысячные);

3) результат округляют по правилам математики до разряда абсолютной погрешности.

Например, получили ускорение свободного падения: $g = 9,823 \text{ м/с}^2$, $\Delta g = 0,0135 \text{ м/с}^2$, $\varepsilon_g = 0,051$.

Тогда результат запишется следующим образом: $g = (9,82 \pm 0,02) \text{ м/с}^2$.

В конце работы обязательно делается вывод.

Например, полученное экспериментально значение ускорения свободного падения, равное $9,82 \text{ м/с}^2$, с точностью до ошибки измерений, составляющей 5,1 %, совпадает с табличным значением данной величины, равным $9,81 \text{ м/с}^2$.