

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящий лабораторный практикум по физике предназначен для студентов СГУГиТ всех форм обучения.

Лабораторный практикум включает в себя введение и описание пяти лабораторных работ, выполняемых студентами в течение одного семестра.

Тексты лабораторных работ содержат краткое теоретическое введение, описание лабораторной установки и порядок проведения эксперимента, а также предусматривают перечень вопросов для самоподготовки и контроля знаний по изученным в ходе лабораторной работы темам.

Выполнение студентами каждой лабораторной работы, входящей в данный практикум, включает следующие этапы.

1. **Теоретическая подготовка** сводится к изучению соответствующих физических явлений и законов для ответа на вопросы для допуска и контрольные вопросы, изучению описания заданной лабораторной работы с целью ознакомления с методикой измерения и порядком выполнения работы. Подготовка проводится заранее, так как аудиторные занятия предназначены только для допуска к работе, проведения измерений, обработки результатов и защиты работы.

2. **Допуск к работе** заключается в проверке преподавателем готовности студентов к выполнению данной лабораторной работы. Студентам необходимо ответить на вопросы для допуска к работе, знать рабочие формулы и порядок выполнения данной лабораторной работы.

3. **Наблюдения и измерения** – главная часть эксперимента. Они требуют от студента знания методов измерений, должного

внимания и аккуратности при снятии отчетов и записи результатов измерений.

4. **Обработка результатов измерений** заключается в подстановке измеренных параметров в рабочие формулы и вычисление необходимых физических величин в единицах Международной системы единиц (СИ) и оценки погрешностей измерений.

5. **Отчет о выполнении лабораторной работы** оформляется индивидуально каждым студентом на отдельных листах формата А-4 или на двойных листах в клетку.

Отчет должен содержать следующую информацию:

- 1) титульный лист (прил. 1);
- 2) цель работы;
- 3) приборы и принадлежности;
- 4) принципиальная схема или рисунок установки;
- 5) рабочие формулы;
- 6) таблица результатов измерений и вычислений с учетом математической обработки погрешностей;
- 7) графики зависимостей физических величин;
- 8) выводы по результатам работы.

6. **Защита лабораторной работы** сводится к устному или письменному ответу на контрольные вопросы и самостоятельному выводу рабочих формул, используемых в работе.

### **Обработка результатов измерений**

В ходе выполнения лабораторных работ студенты сначала проводят измерение физических величин, а затем вычисление и обработку результатов измерений.

**Измерением физической величины** называется операция сравнения этой величины с величиной, принятой за эталон. Различают два вида измерений: прямые и косвенные.

**Прямыми** называют измерения, при которых искомое значение измеряемой величины получают непосредственно, например, каким-либо прибором. Прямым или непосредственным образом можно измерить лишь некоторые физические величины, такие как длина, вес тела, промежутки времени, температура, напряжение, сила тока и др.

**Косвенным** называют измерение, когда искомое значение физической величины определяется на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной, например, определение мощности постоянного тока  $P = IU$ .

Измерения принципиально не могут быть абсолютно точными, а погрешности, возникающие в процессе измерений, делятся на систематические и случайные.

**Систематические погрешности** возникают вследствие неточности измерительных приборов, недостаточно разработанной методики эксперимента. Величина систематической погрешности принимается одинаковой во всех измерениях, проводимых одним и тем же методом, с помощью одних и тех же приборов и не зависит от количества проведенных измерений.

**Случайные погрешности** являются неизбежным следствием любых измерений и обусловлены: а) неточностью отсчетов по шкале приборов и инструментов; б) неидентичностью условий проведения экспериментов; в) беспорядочными изменениями внешних условий (температуры, давления, силового поля и т. д.), которые невозможно учесть заранее.

Случайные погрешности подчиняются, как правило, определенной закономерности. Закон нормального распределения случайных погрешностей впервые сформулировал К. Гаусс.

При обработке результатов измерений, число которых невелико, используется метод Стьюдента. Необходимо отметить, что если чис-

ло измерений 50 и более, то распределение Стьюдента переходит в нормальное распределение.

Если в результате  $n$  отдельных измерений некоторой физической величины  $x$  получен ряд значений этой величины  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ , то наиболее близким к действительному значению измеряемой величины будет  $\langle x \rangle$  – среднее арифметическое значение  $n$  отдельных измерений:

$$\langle x \rangle = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}. \quad (\text{B.1})$$

Оценить степень приближения среднего арифметического значения  $\langle x \rangle$  к действительному значению измеряемой величины можно по абсолютной погрешности измерений –  $\Delta x$ .

Зная абсолютную погрешность, можно указать доверительный интервал  $[\langle x \rangle - \Delta x; \langle x \rangle + \Delta x]$ , или  $x = \langle x \rangle \pm \Delta x$ , в котором находится истинное значение искомой величины  $x$ .

Величина доверительного интервала зависит от требуемой степени надежности измерений –  $\alpha$ . Надежностью измерений называется вероятность того, что искомая величина попадает в указанный доверительный интервал. Надежность или доверительная вероятность обычно выражается в долях единицы, либо в процентах.

Погрешность среднего арифметического  $n$  измерений, или средняя квадратичная погрешность  $\sigma_x$  некоторой физической величины  $x$ , определяется из следующего выражения:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \langle x \rangle)^2}{n(n-1)}}. \quad (\text{B.2})$$

Задача обработки результатов состоит в том, чтобы определить случайную погрешность измерений  $\Delta x$  по заданной заранее надежности измерений  $\alpha$ .

$$\Delta x = \pm \tau_S(\alpha, n) \sigma_x, \quad (\text{B.3})$$

где  $\tau_S(\alpha, n)$  – коэффициент Стьюдента, численное значение которого при заданных значениях  $\alpha$  и  $n$  можно определить из справочных таблиц (прил. 2).

Таким образом, устанавливается следующий порядок обработки результатов:

- 1) вычисление среднего арифметического значения  $\langle x \rangle$  по формуле (B.1);
- 2) вычисление средней квадратичной погрешности  $\sigma_x$  по формуле (B.2);
- 3) определение коэффициента Стьюдента  $\tau_S(\alpha, n)$  с учетом числа измерений  $n$  и заданной надежности  $\alpha$ ;
- 4) расчет случайной погрешности  $\Delta x$  по формуле (B.3).

Образец оформления титульного листа

Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
Кафедра физики

Лабораторная работа №  
*«Название лабораторной работы»*

Институт: *ИОиОТ*

Группа: *ОК–12*

Студент: *Иванов И. И.*

Преподаватель:

*Петров П. П.*

Новосибирск

2017 г.

Таблица коэффициентов Стьюдента

$n$	$\tau_s$		
	$\alpha = 0,9$	$\alpha = 0,95$	$\alpha = 0,99$
2	6,3	12,7	63,7
3	2,9	4,3	9,9
4	2,4	3,2	5,8
5	2,1	2,8	4,6
6	2,0	2,6	4,0
7	1,9	2,4	3,7
8	1,9	2,4	3,5
9	1,9	2,3	3,4
10	1,8	2,3	3,3
11	1,7	2,0	2,6
$\infty$	1,65	1,96	2,59