

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Содержание

1. Цели и задачи лабораторного практикума по физике
2. Инструкция по проведению занятий в учебных лабораториях
3. Подготовка к лабораторным занятиям
 - 3.1 Оформление лабораторного журнала
4. Порядок проведения лабораторной работы
 - 4.1 Допуск
 - 4.2 Проведение лабораторной работы
 - 4.3 Оформление заключения
 - 4.4 Защита лабораторных работ
5. Приложения

1. Цели и задачи лабораторного практикума по физике

Цель лабораторного практикума – ознакомить студентов с физикой, как наукой экспериментальной, привить навыки самостоятельной работы с физическими приборами, проведения измерений физических величин и обработки этих измерений.

Выполнение лабораторных работ способствует более глубокому пониманию физических законов и явлений.

Каждый студент выполняет лабораторные работы согласно графику.

2. Инструкция по проведению занятий в учебных лабораториях

Прежде чем приступить к работе в лаборатории, все студенты должны пройти инструктаж по технике безопасности и расписаться в журнале инструктажа техники безопасности.

3. Подготовка к лабораторным занятиям

Успешное занятие в лаборатории возможно только в том случае, если подготовиться к выполнению работы. Подготовка к работе проводится в часы самостоятельной работы.

При подготовке нужно использовать описание работ и учебник по физике.

В конце описания каждой лабораторной работы в помощь для подготовке указана литература, необходимая для изучения данного физического явления или закона, а также вопросы для самоконтроля.

В описании каждой работы даны краткая теория, описания установки, измерительных приборов, метода измерения и рекомендации по обработке результатов измерений.

При подготовке к работе студент должен уяснить определения физических величин, измеряемых в работе.

Для записи результатов измерений, обработки результатов и выводов студент должен иметь правильно оформленный лабораторный журнал.

3.1 Оформление лабораторного журнала

Для выполнения лабораторных работ используется специальная тетрадь – лабораторный журнал, в который заносятся все результаты измерений, расчеты, графики и фиксируются все существенные моменты, связанные с проведением измерений. Формат лабораторного журнала – тетрадь формата А4 в клетку от 60 листов и более. Тетрадь должна быть без колец и не блочная. Каждый правый лист разворота тетради должен иметь сквозную нумерацию. На титульной странице (страница №1) номер не ставится.

Лабораторный журнал является документом, удостоверяющим выполнение студентом лабораторных работ. На титульном листе журнала указывается ФИО, номер группы, учебный год. Пример оформления титульного листа представлен на рисунке 1.

С левой стороны от титульного листа оформляется таблица «Контроль выполнения лабораторных работ», которая представлена на рисунке 2.

Оформление лабораторных работ происходит только на **правых страницах** разворота лабораторного журнала, **левые страницы** предназначены для расчетов погрешностей, значений и черновых записей. Оформление новой лабораторной работы начинается с новой страницы.

Любая лабораторная работа начинается с указания номера и названия работы (рисунок 3). После этого записываются цель работы и краткое теоретическое введение (минимум 2 страницы), которое содержит: теоретические законы, описывающие изучаемое явление; основные определения и физические формулы с пояснением каждой величины входящей в данную формулу; проверяемые теоретические зависимости и их графики.

После краткого теоретического введения, чертится схема установки с указаниями основных элементов установки, и оформляется таблица приборов и принадлежностей (рисунок 3). Схема установки и таблицы чертятся с помощью **карандаша и линейки**.

Далее из описания работы переносятся экспериментальные задания и соответствующие таблицы измерений, под которыми записываются рабочие формулы для основных величин и погрешностей. В оформляемой лабораторной работе должны содержаться все необходимые для расчетов формулы – как те, которые приводятся в описании работы, так и те, которые придется выводить самим.

Лабораторный журнал по
экспериментальной физике студента
группы _____
Иванова Ивана Ивановича

НИЯУ «МИФИ»
2014/2015 уч. год.

Рис. 1. Титульный лист лабораторного журнала по экспериментальной физике.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ГРАФИК РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ ФИЗИКИ НА УЧЕБНЫЙ СЕМЕСТР _____ 201_ Г.						
КОНТРОЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ						
Лабораторная работа №	Дата	Оформление	Допуск	Выполнение	Защита	Количество баллов за работу

Зачет по лабораторным работам

Итоговое количество баллов, дата и подпись преподавателя

Рис. 2. Лист контроля выполнения лабораторных работ

Для расчетов

Работа №2

Изучение прямолинейного движения с помощью машины Атвуда

Цель работы: Определение ускорения грузов при равноускоренном движении.

Введение

Основным уравнением динамики называют второй закон Ньютона, математическая запись которого имеет вид:

$$\sum_i \vec{F}_i = m\vec{a} ,$$

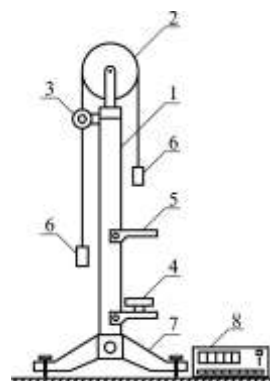
где $\sum_i \vec{F}_i$ – сумма всех сил, действующих на тело (материальную точку) массой m , \vec{a} – ускорение, приобретаемое под действием данных сил.

Материальной точкой называется тело, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

2

Для расчетов

Схема установки:



- 1 – вертикальная стойка,
- 2 – блок,
- 3 – электромагнит,
- 4 – площадка,
- 5 – кольцо,
- 6 – грузы одинаковой массы,
- 7 – основание машины Атвуда,
- 8 – миллисекундометр.

Приборы и принадлежности	Технические характеристики

4

Рис. 3. Пример оформления работы в лабораторном журнале, проиллюстрирована только часть оформленной работы.

Ширина таблицы должна соответствовать ширине страницы, с отступом по 1см от края страницы. Высота строк таблицы должна составлять не менее 1,5 см, а ширина столбцов не менее 3,0 см. Таблица должна иметь название, и при необходимости пронумерована.

4. Организация учебного процесса в лаборатории

К работе в лаборатории допускаются студенты, которые имеют лабораторный журнал, подготовленный к работе, изучили описание работы, имеют представление о том, что и каким методом требуется измерить, как устроена и работает установка.

Одна лабораторная работа длится 4 академических часа.

Все лабораторные работы выполняются и сдаются во время одного занятия.

4.1 Допуск

Для допуска к работе студент должен иметь лабораторный журнал с правильно оформленной лабораторной работой. Допуск студентов к выполнению лабораторной работы проводится преподавателем путем устного опроса либо письменно. К выполнению текущей лабораторной работы допускаются только те студенты, которые:

- правильно оформили данную работу;
- знают название и цель работы; понимают сущность явлений и знают законы, которые лежат в основе данной работы и физические формулы, описывающие данные законы; имеют четкое представление, что и каким способом будет измеряться, как устроена и работает установка; знают какие прямые и косвенные измерения проводятся в данной работе и как будут рассчитываться погрешности;
- сдали предыдущую работу.

Студенты, не допущенные к выполнению лабораторной работы, **ДОЛЖНЫ** ликвидировать на месте замечания и недостатки в подготовке к работе, указанные преподавателем и повторно получить допуск к выполнению работы.

Студенты, не получившие допуск к работе в день проведения работы или не явившиеся на занятия, выполняют пропущенную работу на зачетной неделе согласно расписанию проведения зачетных занятий.

4.2 Проведение лабораторной работы

Все записи в лабораторном журнале ведутся **только на правых страницах** шариковой ручкой, левые страницы используются в качестве черновиков и для расчетов.

Выполнение лабораторной работы начинается с изучения приборов и установки, основы их работы. В лабораторном журнале, в заранее подготовленную таблицу «Приборы и принадлежности», необходимо записать технические характеристики приборов: пределы

измерения, цену деления шкалы, погрешность прибора (класс его точности), режим его работы и т.д.

Измерения должны проводиться аккуратно и с соблюдением правил техники безопасности. Суета и поспешность при проведении измерений может обернуться потерей времени на поиск ошибок, допущенных в ходе эксперимента, или может привести к необходимости проведения повторного измерения.

Записи отсчетов в таблицу ведутся в таком виде, как они получены по измерительным приборам, **без округления и пересчетов в уме**. Если отсчет делается по шкале, цена деления которой не равна единице, то записываются деления шкалы без умножения их на цену деления.

После проведения измерений, экспериментальные данные, полученные студентом в ходе выполнения работы, должны быть подписаны преподавателем, ведущим занятие.

Ошибочные записи, промахи и сомнительные наблюдения зачеркиваются аккуратно одной чертой по диагонали таким образом, чтобы их можно было прочесть. Они могут пригодиться при обсуждении результатов измерений. **Запрещается использование корректирующих жидкостей (замазки).**

По окончании всех измерений производятся расчеты значений искомых величин, косвенных измерений, погрешностей прямых и косвенных измерений, используя при этом правила округления и строятся графики.

Построенные графики вклеиваются в лабораторный журнал.

Все промежуточные расчеты делаются в лабораторном журнале. **Черновики и записи на отдельных листах категорически запрещаются.**

Все записи делаются синей или черной шариковой ручкой!!! Схемы, рисунки и графики выполняются карандашом. Графики выполняются на миллиметровой бумаге. Правила построения графиков приведены в **Приложение А**.

В конце работы студент должен написать заключение и предъявить лабораторный журнал преподавателю для защиты лабораторной работы.

Студенты, получившие допуск к работе, но не успевшие снять показания, выполняют данную работу на зачетной неделе согласно расписанию проведения зачетных занятий. При этом допуск к этой работе аннулируется.

4.3 Оформление заключения

После всех расчетов и построений графиков (если они необходимы в данной работе), лабораторная работа заканчивается заключением, в котором указывается:

- что изучалось;
- что и каким методом измерялось;

- полученный результат с указанием его погрешности (абсолютной и относительной); если необходимо, указывается, какие строились графики и какие выводы получены на их основе;
- краткое обсуждение полученного результата, его сравнение с табличным или теоретическим значением
- анализ погрешностей.

По своей форме заключение не должно быть пересказом, хотя бы и кратким, заданий и измерительных операций – оно должно приближаться по содержанию к аннотации и обсуждению результатов научной работы.

4.4 Защита лабораторных работ

К защите лабораторной работы студент обязан:

- **предоставить полностью оформленную лабораторную работу с заполненными таблицами, графиками, расчетами и заключением;**
- знать необходимый теоретический материал;
- уметь кратко рассказать о содержании проведённого им эксперимента и обосновать выводы, сделанные в заключении;
- знать типы и виды погрешностей, правила расчета прямых и косвенных измерений;
- уметь строить графики с учетом погрешностей и записывать результаты измерений, производить вычисления погрешностей прямых и косвенных измерений;
- уметь быстро приближенно производить оценку точности своих измерений;
- уметь решать практические задачи по теме данной работы.

Оформление, допуск, выполнение и защита лабораторной работы оценивается преподавателем по рейтинговой системе.

Разделы	Баллы	Критерии оценки выполнения раздела
Оформление	1	Студент оформил лабораторную работу в лабораторном журнале правильно без замечаний или лабораторная работа была оформлена студентом с ошибками, которые устранены перед допуском к работе.
	0	Студент не оформил лабораторную работу в лабораторном журнале.
Примечание. Без правильно оформленной работы студент не получает допуск (разрешение) к выполнению лабораторной работы.		
Допуск	2	Студент знает название и цель работы; знает законы, которые лежат в основе явлений рассматриваемых в работе и физические формулы, описывающие данные законы; имеет четкое представление, что и каким способом будет измеряться, как устроена и работает установка; какие прямые и косвенные измерения проводятся в данной работе, как будут рассчитываться погрешности. Студент отвечает правильно на вопросы преподавателя по выше перечисленной структуре.
	1	Студент при допуске к работе допустил ошибки при ответе на вопросы преподавателя, но затем исправил их.
	0	Не ответил правильно на вопросы преподавателя при допуске к работе, допускает грубые ошибки при ответе и после дополнительной подготовки не может их исправить.
Примечание. Без допуска студент не может приступить к выполнению лабораторной работы.		
Выполнение	2	Студент собрал установку и сделал все измерения самостоятельно. Правильно заполнил таблицу «Приборы и принадлежности». Снятые показания правильно записаны в таблицы. После выполнения работы может показать, как проводились измерения и при необходимости их повторить.
	1	Были допущены ошибки при сборке схемы, не полностью заполнена таблица «Приборы и принадлежности». Значения

		прямых измерений занесены в таблицы с ошибками.
	0	Не были проведены измерения. Не записаны значения прямых измерений в таблицы. Студент не может объяснить, каким образом он получил измеренные значения.
Без отметки о выполнении работы студент не допускается к защите лабораторной работы.		
Защита	5	Работа выполнена в полном объеме и получены правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя в рамках данной программы.
	4	Работа выполнена в полном объеме, но допущены ошибки при ответе на дополнительные вопросы преподавателя.
	3	Работа выполнена в полном объеме, сделаны правильные выводы, однако, имеются некоторые нарушения требований по оформлению, например, ошибки в оформлении графиков, таблиц или в записи результатов измерений. После указания преподавателя данные недочеты устранены.
	2	Работа выполнена в неполном объеме, например, не проведены расчеты погрешностей или проведены неправильно, отдельные результаты неверны, выводы заключения не соответствуют действительности, имеются значительные ошибки в графических данных. После указания преподавателя основные недочеты устранены, графики исправлены.
	1	Работа выполнена в неполном объеме, например, имеются ошибки в расчетах большинства или всех искомых величин, отсутствуют погрешности, результаты в большей массе присутствуют, но не верны, выводы заключения не соответствуют действительности, имеются значительные ошибки в оформлении, нет графиков, не указаны расчетные формулы и т.д. После указания преподавателя основные недочеты устранены.
	0	Работа выполнена в неполном объеме, например, имеются ошибки в расчетах большинства или всех искомых величин, отсутствуют погрешности, результаты в большей массе присутствуют, но не верны, выводы заключения не

		соответствуют действительности, имеются значительные ошибки в оформлении, нет графиков, не указаны расчетные формулы и т.д.
--	--	---

Работа считается сданной, если получено не менее 6 баллов

Правила построения графиков

В экспериментальной физике и в большинстве ее теоретических разделов результат приобретает научную значимость лишь после того, как он будет представлен в наглядной форме, например, в виде графика. На современных экспериментальных установках наглядное представление результатов осуществляется средствами компьютерной графики. Однако в любой, в том числе самой современной лабораторной работе, ведется рукописный протокол, где графики, построенные в ходе измерений, представляют собой наиболее ценные первичные данные. Для того чтобы график выполнял свою функцию наглядного представления результатов, нужно соблюдать несколько не сложных правил:

1. График исследуемой зависимости удобно размещать на листе миллиметровой бумаги размером формата А4 или А5. На чертеже с графиком указывают название исследуемого графика.

2. Перед построением чертежа с графиком, необходимо установить интервалы измерения измеренных величин, которые сопоставимы друг другу как аргумент и функция. Это делается для того, чтобы выбрать цену масштабных делений сетки миллиметровой бумаги и разместить график по всей площади листа, где все его детали прочитывались бы. Также масштаб графика должен быть таким, чтобы экспериментальная кривая была равномерно растянута вдоль обеих осей, например, если график представляет собой прямую, то угол ее наклона к осям должен быть близок к 45° .

3. Масштабными делениями сетки миллиметровой бумаги являются 10 и 50 миллиметровые деления. Устанавливаются следующие значения $1 \cdot 10^n$, $2 \cdot 10^n$ и $5 \cdot 10^n$ единиц измерения величины, приходящихся на одно масштабное деление миллиметровой сетки ($n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$). В выбранных для обеих величин масштабах производят разметку обоих взаимно перпендикулярных осей, нанося на каждую их них от 3 до 10 масштабных деления, причем функцию обязательно нужно откладывать по оси ординат, а аргумент – на оси абсцисс. Масштабные деления на координатных осях наносятся равномерно. Точка пересечения осей не обязательно должна соответствовать нулю. Иногда началом отсчета шкалы удобно взять близкое к минимальному измеренному округленное значение величины и, таким образом, увеличить масштаб.

4. Каждую из осей нужно снабдить буквенным обозначением соответствующей физической величины с указанием единиц, в которых ее значения отложены на оси. Если порядок физической величины (определяется множителем 10^n), измеренной в соответствующих

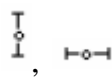
единицах, либо велик, либо мал, на осях отмечаются десятичные приставки. Названия десятичных приставок и обозначаемых им порядков указаны в таблице А1.

Таблица А1. Приставки и множители для образования десятичных кратных и дольных единиц

Множитель	Обозначение приставки, русское (международное)	Наименование приставки	Множитель	Обозначение приставки, русское (международное)	Наименование приставки
10^{15}	П (P)	пета	10^{-1}	д (d)	деци
10^{12}	Т (T)	тера	10^{-2}	с (c)	санци
10^9	Г (G)	гига	10^{-3}	м (m)	милли
10^6	М (M)	мега	10^{-6}	мк (μ)	микро
10^3	к (k)	кило	10^{-9}	н (n)	нано
10^2	г (h)	гекто	10^{-12}	п (p)	пико
10^1	дк (da)	дека	10^{-15}	ф (fm)	фемто

5. После разметки координатных осей на лист миллиметровой бумаги, наносят экспериментальные точки, отвечающие парам средних значений $\langle x \rangle$, $\langle f \rangle$, величин x и f , сопоставляемых друг другу как аргумент и функция. Экспериментальные точки изображают аккуратно вычерченными знаками. Координаты экспериментальных точек на осях не указывают, а линии, определяющие эти координаты, не проводят.

Если на одном чертеже строят несколько графиков, то используют разные графические обозначения экспериментальных точек: квадраты, треугольники, кружки и т.д. Размер графических фигур должен быть примерно 2 мм.

6. График зависимости $f(x)$ должен содержать информацию о погрешностях Δx и Δf результатов измерений величин x и f . Интервалам погрешностей $2\Delta x$ и $2\Delta f$ соответствуют отрезки, параллельные осям x и f (изображение погрешностей , пересекающиеся посередине в точке с координатами $\langle x \rangle$, $\langle f \rangle$, изображенными в выбранных масштабах.

7. После нанесения на лист миллиметровой бумаги экспериментальных точек с интервалами погрешностей, строят собственно график – плавную линию, проводя ее в пределах интервалов $2\Delta x$ и $2\Delta f$, и оставляя по обеим сторонам от нее примерно одинаковое число экспериментальных точек (рис. А1). Разные графики выделяют либо цветом, либо начертанием

(сплошная, пунктирная, точечная и т.д.). Пояснения к ним располагают на свободном от линий и экспериментальных точек месте на графике.

При возможности, для проверки согласия полученных результатов с теорией, на графике с экспериментальными точками строят теоретическую кривую, при этом точки, по которым проводят эту линию, не должны выделяться.

Если же график является градивовочным, то он строится посредством соединения экспериментальных точек прямыми, так как в этом случае значение нанесенных величин считаются достаточно точными, а кривая служит для отыскания промежуточных значений.

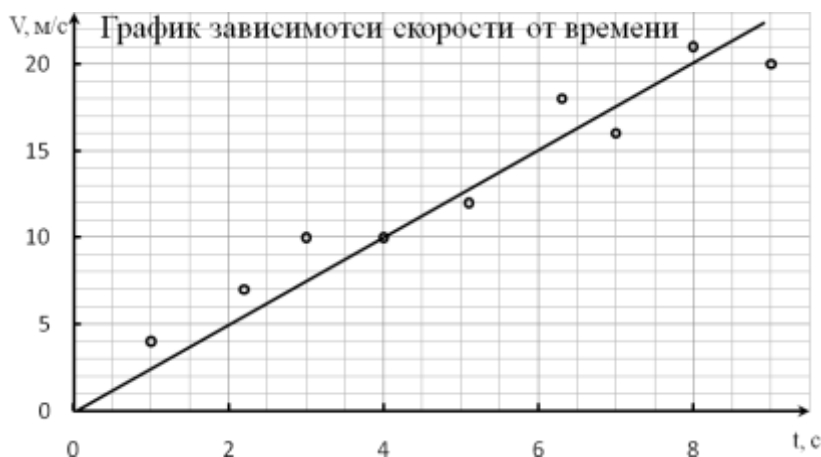


Рис. А1. Пример графика

8. График $f(x)$ выражает зависимость величины лишь одного аргумента, хотя f может зависеть и от других величин – y, z, \dots , значения которых сохраняются постоянными, их называют параметрами. Не перегружая график излишней информацией, обязательно указывают на нем значения параметров, влияющих на характер исследуемой зависимости (рис. А2)

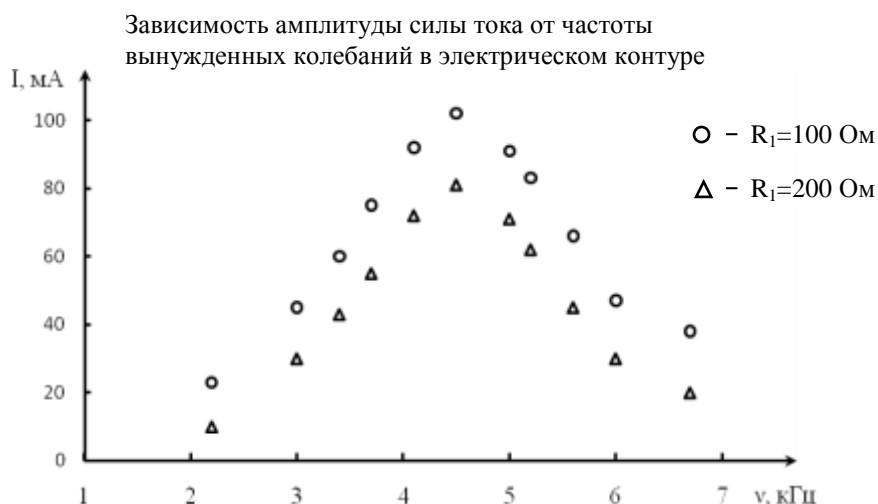


Рис. А2. Пример графика

Наиболее типичные ошибки при построении графиков:

- неправильно выбраны направления осей координат
- на осях не указаны отложенные величины и единицы их измерений
- площадь чертежа использована не полностью
- экспериментальные точки не выделены
- не отмечены погрешности
- на оси нанесены не масштабные деления, а координаты экспериментальных точек
- график сжат по одной из осей и его чтение затруднено по двум причинам: неудачный масштаб или неправильно выбрано начало координат
- неправильно проведена аппроксимирующая линия через экспериментальные точки.