Предисловие

Этот небольшой текст с практическими рекомендациями я написал на основе грустного опыта, который приобрёл, ведя лабораторный работы по общей физике в первом семестре.

Однако, все нижеизложенное не рецензировалось на каф.6 и, хотя и написано в соответствии с устоявшимися традициями, тем не менее не является обязательным для исполнения другими преподавателями. Если Вам необходимо сослаться на что-то напечатанное, то лучше сделать такую ссылку на брошюру Светозарова В.В. или на рекомендации содержащиеся в лабниках.

Возможно часть этой методички когда-нибудь в дальнейшем и будет включена в официальные материалы, но пока это лишь мои личные рекомендации.

Первый выход в сеть этого материала имел некоторый резонанс и мои коллеги сделали мне ряд замечаний (а без этого никогда не бывает). В текст после этого были внесены исправления, а раздел про погрешности удалён, так как здесь он всё равно не полный и может лишь привести к недоразумениям.

ПАМЯТКА СТУДЕНТУ

1. Для работы в лаборатории необходимо иметь с собой:
   1) Лабораторный журнал (толстая тетрадь большого формата).
   2) Физический практикум.
   3) Счётный прибор (калькулятор).
   4) Несколько листов миллиметровой бумаги (размер: 19x28 см).
   5) Ручку (с синими, фиолетовыми или черными чернилами).
   6) Карандаш (ТМ или М) и резинку.
   7) Линейку.

2. Студент не допускается к выполнению работы, если:
   а) не оформлена предыдущая работа (оформление должно быть закончено обязательным написанием заключения, с результатами, погрешностями и графиками);
   б) имеется более одной несданной работы;
   в) отсутствуют необходимые записи в лабораторном журнале
   (название и номер работы, необходимые формулы, схема установки, таблицы для записи экспериментальных данных);
   г) студент не может удовлетворительно ответить на вопросы преподавателя (в порядке подготовки студент должен использовать контрольные вопросы физического практикума).

3. Включать установку и проводить измерения можно только с разрешения преподавателя. До начала работы следует записать характеристики приборов и продумать последовательность измерений. Не рекомендуется без необходимости крутить ручки приборов, так как обычно приборы настроены для работы.

4. Необходимо строго соблюдать правила техники безопасности при работе в лаборатории.

Практические рекомендации по оформлению лабораторных работ по курсу Общей физики

Для лабораторного журнала необходимо взять большую общую тетрадь 11 формата (21х29 см) толщиной 80-98 листов. Не рекомендуется пользоваться тетрадями с пружиной.

Запрещается вырывать, склеивать вместе листы лабораторного журнала.

Запрещается замазывать, вымарывать, стирать или удалять иным способом результаты из лабораторного журнала. Неверные результаты разрешается аккуратно зачеркивать одной линией, верный результат записывается рядом. Если все результаты неверны, то таблица строится заново и в неё заносятся новые результаты. Около старой таблицы пишут «не верно».

На первом листе делается надпись: Лабораторный журнал студента группы…., ФИО. После заключения оставляют один чистый лист.

Правая сторона тетради предназначена для чистовика лабораторной работы, а левая для черновых расчетов. При этом черновые расчеты должны быть выполнены так, чтобы их можно было воспроизвести для перепроверки результатов.

Каждая лабораторная работа начинается с оформления введения и таблиц данных. Во введении должна быть:

а. краткая теория;

б. схема или рисунок установки;

в. формулы для расчета погрешностей;

г. рисунки предполагаемых теоретических зависимостей.

Объем введения должен составлять 1-2 тетрадных страницы.

При составлении и заполнении таблиц данных следует учитывать следующее:

1. Если вид таблицы не задан в описании к лабораторной работе, то необходимо самостоятельно спланировать и начертить таблицу на основании информации, данной в описании к лабораторной работе. Для этого нужно определить, какие данные будут заноситься в таблицу и как они должны в ней располагаться, чтобы хватило места и не было пустых строк и столбцов. В таблице должен быть столбец «примечания».
2. При вычерчивании таблиц необходимо пользоваться простым карандашом. Все данные же записываются авторучкой. Недопустимо записывать сначала карандашом, а в конце обводить авторучкой (дабы избежать соблазна подгонки результатов).
3. Результат заносится в таблицу сразу после проведения измерения. Допустимо провести пробную серию измерений для проверки работы оборудования или определения диапазона измерений. При этом результат записывается на левую сторону тетради.

При построении графиков необходимо следовать следующим правилам:

1. Размер листа миллиметровой бумаги должен быть равен целому листу лабораторного журнала или его половине. Нестандартный размер графика используется только в случае необходимости.
2. Оси графика, точки с погрешностями и сами зависимости выполняются карандашом, а цифры, переменные и название графика пишут авторучкой. Допустимо выполнение графиков на компьютере с распечаткой на принтере с размером листа А4. График должен иметь миллиметровое разбиение.

3. Каждый график обязательно должен быть подписан. Например: «график зависимости удлинения латунного стержня от температуры». Недопустимо в названии делать сокращения типа: «зависимость L от T». Название графика пишется на миллиметровке в верхней части.

4. Масштаб должен выбираться так, чтобы одновременно выполнялись следующие требования:

а. экспериментальные данные и зависимость занимали большую часть листа (более 60%);

б. одна клетка миллиметровки (1 см) соответствовала 1, 2, 5, 10 единицам величины, откладываемой на оси;

г. если необходимо отложить по осям цифры, например: 20000, 30000, 40000 и т.д., проставляются 2, 3, 4 итд., а в конце оси около стрелки переменная умножается на 10^{-4};

в. угол наклона графика (если это линейная зависимость) был в пределах 40–70 градусов;

с. каждая из осей должна отстоять от края листа примерно на 1,5-2 см.

Часто студенты, проводя разметку осей, стараются проставлять цифры начиная с нуля. Однако в этом нет необходимости. Разрешается при построении графиков на пересечении осей ставить требуемую (но положительную) величину.

5. На осях проставляются только цифры масштаба, и не проставляются цифры экспериментальных точек.

6. В конце оси около стрелки проставляется переменная и, через запятую, знак единицы измерения, например: $m \times 10^{-3}$, кг .

7. Вклеивать график в лабораторный журнал необходимо осторожно, используя небольшое количество клея по двум соседним углам листа, на левую сторону тетради. График не должен выступать из тетради.

8. При построении графиков зависимостей важно понимать следующее:

а. экспериментальные зависимости желательно иметь в виде прямых (т.е. линейной зависимости), так как угол наклона и точки пересечения с осями зачастую содержат важную информацию. Для этого графики строят так, что по одной или по обоим осям откладывают данные в логарифмическом, квадратичном или ином масштабе;

б. если зависимость имеет нелинейный характер и получить её линейный вид посредством выбора масштаба не представляется возможным, то экспериментальные графики как правило, проводят через область погрешности результатов и в виде сглаженной кривой (при этом необходимо придерживаться правила, что число точек по обе стороны от линии должно быть примерно одинаковым);

в. градуировочный график в виде ломаной строят для того, чтобы в дальнейших исследованиях учитывать влияние на эксперимент индивидуальных особенностей установки; градуировочные графики иногда называют также калибровочными;

г. при построении графика теоретической зависимости не указываются погрешности точек, кроме тех случаев, когда в теоретические формулы подставляются значения величин с погрешностями;

д. экспериментальные графики не могут проходить в область, где отсутствуют экспериментальные результаты, за исключением оговоренных случаев: при аппроксимации, с целью сравнения с теорией или другими экспериментальными результатами, и т.д.;

е. нельзя определять линейную зависимость по двум точкам. Зависимость определенная по трём точкам, весьма недостоверна, и поэтому надо стремиться сделать достаточное количество измерений, чтобы быть уверенным в своих выводах.

9. Экспериментальные точки на графике фиксируются в виде маленьких кружков, а если зависимостей несколько, то другие серии данных изображаются треугольниками, квадратами, пустыми или зачернёнными. Зависимости также изображаются разными линиями: сплошными, пунктирными, штрихпунктирными, около них допустимо ставить указатели с номерами, а в углу графика подписывать какой график какой зависимости соответствует.

10. Интервалы погрешностей каждой экспериментальной точки изображают тонкими прямыми линиями с ограничивающими их «черточками» или в виде прямоугольников. Причем линиями с «черточками» не только вертикальными, но и горизонтальными.

11. Графики, построенные по экспериментальным значениям, не могут быть без погрешностей. Если погрешности настолько малы. что не видны в этом масштабе графика, то необходимо написать стандартную фразу: «остальные погрешности в пределах указанных точек».

12. Если неизвестная величина определяется по графику, то необходимо все построения для нахождения этой величины нанести на график.

Заключение к лабораторной работе является учебной моделью написания выводов для всякого научного исследования. Оно представляет собой формализованный текст, назначение которого - дать читателю возможность в короткое время не обращаясь к самой работе получить логически ясное представление о полученных в работе результатах. Одновременно, оно является видом творческой деятельности и требует от студента четкого понимания, что он делал и что получил, умения пользоваться научной терминологией и выработки особого стиля изложения.

Заключение к лабораторной работе должно формально содержать следующие основные блоки:

1. Краткое описание того, что, каким методом и на каком оборудовании выполнялось. При этом не должно быть пересечений с описанием, данным во введении к лабораторной работе. То есть, не следует переписывать в заключении введение.

Например: «В данной работе изучалось распределение термоэлектронов по скоростям. Для этого снималась вольтамперная характеристика лампового диода при двух токах накала катода: I_1 =0,26А и I_2=0,29А».

2. Описание выбранного диапазона, в котором производились измерения, интервалов между измерениями и количества измерений, а также, по возможности, обоснование такого выбора.

3. Описание, каким методом обрабатывались данные (если это имело место) и как использовались результаты, например, строились графики, рассчитывались константы и т.д.

Например: «Прямые построены по методу парных точек»

4. Описание полученных графиков. При этом необходимо различать экспериментальные данные и построенные по ним кривые и теоретические зависимости. Важно понимать следующее:

а. они не обязаны совпадать;

б. никакая экспериментальная зависимость не является абсолютно достоверной, так как всегда могут при дополнительных измерениях найтись точки, изменяющие картину; степень достоверности зависит от количества данных (и распределения их в диапазоне измерений) и их погрешностей;

в. с помощью эксперимента нельзя доказать или проверить теорию, ибо экспериментальные данные могут лишь свидетельствовать в пользу той или иной теоретической модели, поэтому принято говорить о степени согласия с теорией.

Например, неверно: «полученные данные доказывают справедливость закона сохранения механической энергии».

Нужно: «полученные данные находятся в хорошем согласии с законом сохранения механической энергии».

5. Описание результатов, полученных из анализа графиков или другими методами, а также их погрешностей, с указанием, как эти погрешности расчитывались. При этом необходимо указать характер погрешности: случайный, приборный систематический.

6. Обсуждение источников погрешностей. Необходимо попытаться найти реальную причину неточностей в методике эксперимента или в характеристиках экспериментального оборудования. Недопустимо формально ссылаться на неточность приборов, объясняя этим неудачные результаты.

7. Обсуждение согласия теории (если такая имеется) и эксперимента. Необходимо обязательно указать, совпали ли результаты в пределах погрешности или нет. Здесь необходимо также высказать своё мнение и допустимы неточные оценки: «удолетворительно согласуется, находится в хорошем согласии, не согласуется» итд.

Заключение чаще всего пишется в безличной форме, например: «В данной работе исследовалась зависимость …». Не рекомендуется писать от первого или третьего лица. Необходимо строго соблюдать единый стиль изложения, недопустимо использовать чрезмерно усложнённые граматические конструкции, пытаться все заключение написать одним предложением, нарушать последовательность изложения и делать смысловые разрывы в тексте.

В заключение не принято вставлять таблицы с результатами измерений, допустимы лишь небольшие таблицы с окончательными результатами. Недопустимо вклеивать в заключение графики и иллюстрации. На них можно и нужно ссылаться.

Каждый результат необходимо сравнивать с табличными или теоретическими значениями. Не рекомендуется представлять экспериментальные и табличные значения в разных системах единиц. Необходимо также обсуждать в заключении расхождение в экспериментальных и табличных значениях. Для простоты сравнения результаты должны быть представлены в одинаковом виде.