

**Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы
физико-технический факультет
Кафедра общей физики**

**Методические рекомендации
по проведению занятий лабораторного практикума**

Утверждено на заседании
Кафедры общей физики
Протокол № _____
От _____

Гродно 2009

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум является обязательной составляющей изучения курса физики. В течение каждого семестра студенты должны выполнить лабораторные работы, тематика и количество которых определены учебной программой курса физики для данной специальности.

Цели лабораторного физического практикума:

1. Изучение наиболее важных разделов физики с использованием экспериментальных методов и применением компьютерного моделирования физических явлений.
2. Знакомство с методикой проведения эксперимента в физических и технических научных исследованиях.
3. Приобретение навыков проведения измерений физических величин и определения их погрешностей.

Выполнение лабораторных работ организовано в учебных лабораториях кафедры общей физики на специальных лабораторных установках с помощью учебных пособий, которые студенты получают во время проведения занятий. Учебные пособия к лабораторным работам имеются в форме брошюр.

Занятия в лабораторном практикуме проводят преподаватели кафедры общей физики в соответствии с графиком проведения лабораторных работ, который заранее составляется для каждой специальности на семестр.

Студенты выполняют лабораторные работы по подгруппам в соответствии с расписанием занятий. Занятие продолжается четыре академических часа. В середине занятия делается перерыв 10 минут.

Пропущенная по любой причине работа выполняется в дополнительное время, назначаемое преподавателем или лаборантом. Условия отработки занятий, пропущенных по неуважительной причине, определяются заведующим кафедрой по согласованию с деканом факультета.

Для успешного выполнения лабораторной работы и получения зачета за отведенное время студент обязан заранее подготовиться к занятию.

Если в течение аудиторного занятия студент не успел получить зачет по лабораторной работе на текущем занятии, он должен провести необходимую обработку результатов измерений во внеучебное время, правильно оформить отчет и выполнить его защиту на следующем по расписанию лабораторном занятии.

Студент, не получивший зачеты по всем лабораторным работам, к экзамену по физике не допускается в связи с невыполнением учебного плана за семестр.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАНЯТИЙ В УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Организация учебного процесса в лабораториях кафедры общей физики осуществляется в соответствии с утвержденными на кафедре нормами и правилами проведения лабораторных работ, с которыми преподаватель знакомит студентов на первом занятии. На первом занятии в семестре студенты должны пройти инструктаж по охране труда и расписаться в журнале учета инструктажа.

Основные этапы выполнения лабораторной работы включают следующие действия:

- получение допуска к выполнению лабораторной работы;
- выполнение измерений;
- обработка результатов и оформление отчета;
- защита лабораторной работы.

Все этапы выполнения лабораторной работы преподаватель фиксирует в журнале.

Аудиторное занятие по выполнению лабораторной работы организовано следующим образом.

1. Подготовка к допуску с использованием методических указаний к лабораторной работе, рекомендованной литературы и конспекта лекций.

2. Допуск студентов к лабораторной работе, который проводит преподаватель по выбранной им методике. Допуск фиксируется в журнале.

3. Самостоятельное выполнение измерений каждым студентом под контролем преподавателя или лаборанта. Правильность результатов измерений проверяет преподаватель и фиксирует в конспекте у каждого студента.

4. Самостоятельная обработка результатов измерений каждым студентом и индивидуальное получение зачета по лабораторной работе (защита) у преподавателя.

Подготовка к получению допуска к выполнению лабораторной работы является непременным условием для ее правильного, грамотного и наиболее быстрого выполнения. В период подготовки к допуску, которую необходимо проводить заранее во внеучебное время, студент должен выполнить следующее:

1. Изучить основы теории физического явления, исследуемого в лабораторной работе, и запомнить формулировки понятий, используемых в теории.
2. Изучить по прилагаемому описанию теоретические основы используемого метода измерений и конкретную методику выполнения измерений, используемую в данной лабораторной работе.
3. Разобраться с выводом рабочих формул, которые используются в лабораторной работе. Понять вид функций и графиков, которые должны быть получены в работе, а также значения или оценки рассчитываемых величин.
4. Понять последовательность обработки результатов измерения.

Допуск к выполнению лабораторной работы студент получает, как правило, в результате собеседования с преподавателем индивидуально. Если студент в отведенное для допуска время аудиторного занятия не показал удовлетворительную подготовленность к выполнению лабораторной работы, преподаватель имеет право не допустить его к выполнению данной лабораторной работе. Работа считается невыполненной по неуважительной причине и отрабатывается в установленном порядке.

Выполнение лабораторной работы студенты проводят индивидуально или по подгруппам, состоящим из двух студентов, проводя предписанные методическими указаниями измерения на лабораторной установке или ее компьютерной модели. При фронтальном выполнении работы каждая подгруппа имеет персональное задание или работает на различных установках. Результаты измерений студенты должны занести в таблицы, форма которых приведена в методических указаниях к лабораторной работе, и представить на проверку преподавателю. Правильность и полноту проведенных измерений преподаватель фиксирует отметкой в рабочей тетради у каждого студента.

Отсутствие отметки в рабочей тетради рассматривается как невыполнение практической части лабораторной работы.

После проведения измерений лаборант или преподаватель проверяет исправность экспериментальной установки. При обнаружении неисправности лабораторной установки или компьютера может быть поставлен вопрос об ответственности студентов за неисправность оборудования.

Обработку результатов измерения и их представление каждый студент проводит самостоятельно в соответствии с методическими рекомендациями к лабораторной работе. Все расчеты, необходимые для получения окончательных результатов лабораторной работы, должны быть представлены в конспекте для проверки преподавателем. Все расчеты должны проводиться в международной системе единиц измерения СИ.

На основе проведенных расчетов в отчете лабораторной работы должны быть построены **экспериментальные графики** зависимостей физических величин, предусмотренные методическими указаниями.

Требования по оформлению графиков приведены ниже.

8. Построение графиков

При обработке полученного экспериментального материала для того, чтобы получить наглядное представление о зависимости одной физической величины от другой, часто прибегают к построению графиков. Графиками пользуются также для быстрого нахождения значения одной величины (функции) по данному значению другой величины (аргумента). Точность, с которой можно находить значения по графику, ограничивается точностью построения графика и составляет обычно 0,5% измеряемой величины. Кроме того, иногда пользуются графическими методами вычислений, которые, хотя и не дают большой точности, но являются наглядными и простыми.

Для построения графиков чаще всего используют прямоугольную (декартову) систему координат, в которой положение точки на плоскости определяется двумя координатами X и Y . Иногда, если в исследуемой задаче имеется какая-либо выделенная точка (центр симметрии), результаты измерений удобнее изображать в полярной системе координат, в которой положение точки определяется радиус-вектором ρ , проведенным к этой точке из начала координат O (полюса), и углом, который составляет радиус-вектор с некоторым избранным направлением.

Значения функции (зависимой величины) откладываются по вертикальной оси, значения аргумента — по горизонтальной. Перед построением графика следует, исходя из пределов, в которых заключены значения функции и аргумента, выбрать разумные масштабы по оси абсцисс и по оси ординат. Эти масштабы выбираются произвольно, независимо друг от друга, но так, чтобы график не был слишком мелким или растянутым по одной из осей. Иногда интервал, в котором заключены значения функции или аргумента, лежит далеко от нуля. В этом случае целесообразно начинать деления на соответствующей оси не с нуля, а с некоторого значения, лишь немногим меньшего, чем наименьшее значение, которое надо отложить на этой оси.

Масштабные деления наносят на оси, около них пишут соответствующие цифры. У концов осей пишут обозначения этих величин с указанием единиц измерения. Иногда вдоль осей пишут полностью названия откладываемых

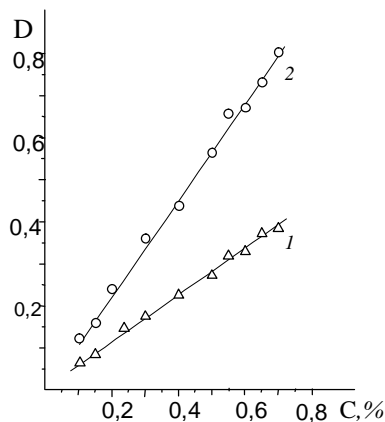


Рис. 1. Пример построения графика зависимости оптической силы от концентрации раствора, измеренной в кювете толщиной 20 мм (1) и 40 мм (2)

величин. Далее, на график острым твердым карандашом наносят соответствующие точки. Для большей наглядности их обычно обводят кружками. Если хотят выделить некоторые точки (например, значения одной и той же физической величины, получаемые разными методами), то, кроме кружков, ставят прямоугольники, квадратики и т.д.

В том случае, когда ошибка аргумента мала по сравнению с ошибкой в значении функции, на графике величину ошибки функции изображают вертикальным отрезком, на середине которого находится экспериментальная точка. Длина отрезка равна удвоенной величине ошибки в данном масштабе. Отрезок сверху и снизу ограничивается точками.

Кривую на графике следует проводить, **не просто, соединяя точки друг с другом**, а выбирая среди точек так называемое преимущественное направление. Эта кривая должна быть по возможности плавной и проходить таким образом, чтобы примерно одинаковое число точек находилось бы над кривой и под ней. При проведении кривой выявляется некоторый разброс точек, обусловленный наличием ошибок измерений. Чем меньше ошибки измерений, тем лучше точки ложатся на кривую. При этом отдельные грубые просчеты и явно ошибочные измерения легко обнаружить, так как соответствующие им точки будут расположены далеко от кривой. Примерный вид графика приведен на рисунке 1.

9. Округление и запись результатов измерений

При выполнении вычислений в лабораторном практикуме абсолютная погрешность округляется до одной значащей цифры; при этом, округления производят с избытком. Однако, если первой значащей цифрой является единица, то при округлении приводят две значащие цифры. Например, $\Delta f = 0,053 \text{ м} \approx 0,06 \text{ м}$; $\Delta \lambda = 12,4 \text{ нм} \approx 13 \text{ нм}$. Это правило округления распространяется и на относительные погрешности.

При записи результатов измерений необходимо руководствоваться следующими правилами.

1. Результат измерения величины необходимо записывать вместе с его погрешностью и доверительной вероятностью. Например $\lambda = (635 \pm 8) \text{ нм}$, $P=0,95$.
2. Конечный результат округляется так, чтобы его последняя цифра и значащая цифра абсолютной погрешности принадлежали к одному и тому же разряду.
3. Если в ответе имеется множитель 10^n , то следует показатель степени n в результате и его абсолютной погрешности должен быть одинаковым. Например, $h = (2,1 \pm 0,2) \cdot 10^{-2} \text{ мм}$.
4. Измеряемая величина и абсолютная погрешность выражаются в одних единицах измерений.

10. Оформление отчетов.

В отчетах (протоколах) лабораторных работ указывают:

- 1) номер и название работы и отдельных ее упражнений;
- 2) цель работы;
- 3) схематический рисунок установки, схемы, чертежи с обозначениями отдельных элементов и приборов, пояснения этих обозначений;
- 4) расчетные формулы (для искомых величин и погрешностей) с пояснениями обозначений;
- 5) предварительную оценку погрешности измерения;
- 6) таблицы с данными, полученными в эксперименте.

В таблицах указывают обозначение и единицу измерения каждой физической величины. В случае отсутствия каких-либо данных ставят прочерк (*но не ноль!*). Если числовые значения какой-то физической величины имеют общий множитель, например, вида $10^{\pm n}$, то в таблицу удобно записывать не саму величину, а уменьшенную или увеличенную в 10^n раз. Например, вместо давления $p = 1,1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ в таблицу заносят величину, в 10^5 раз меньшую: $p \cdot 10^{-5} = 1,1 \text{ Па}$.

В обозначении соответствующего столбца таблицы в этом случае указывают новую величину ($p \cdot 10^5$, Па), а в самом столбце записывают только значащие числа (1,1) без многократного повторения множителя. Показания измерительных приборов часто удобно сначала записывать в делениях шкалы, а в соседнем столбце — в единицах измеряемой величины;

- 7) расчет искомой величины по средним значениям параметров, входящих в расчетную формулу;
- 8) расчет погрешностей;
- 9) графики;
- 10) окончательный результат измерений;
- 11) выводы и замечания.

Выводы по лабораторной работе — кратко сформулированные итоги обработки результатов измерений. В выводах должна быть отображена следующая информация:

- что и каким методом измерялось;
- какие графики были построены;
- какие результаты были получены.

Также выводы должны содержать анализ полученных результатов с указанием возможных причин (с точки зрения студента) отклонения полученных экспериментальных зависимостей от предсказываемых теорией, а также возможные источники погрешностей рассчитанных величин или констант.

Получение зачета по лабораторной работе (защита)

Для получения зачета по лабораторной работе необходимо:

- Правильно выполнить измерения и произвести их обработку.
- Оформить отчет в соответствии с требованиями;
- Знать основы теории физического явления, исследуемого в лабораторной работе, и формулировки понятий, используемых в теории.
- Знать теоретические основы используемого в данной лабораторной работе метода измерений.
- Дать правильную интерпретацию полученных результатов,

Как правило, защита включает в себя ответы на контрольные вопросы, приведенные в конце каждой работы. Зачет фиксируется в журнале.

Получение зачета по практикуму

Студенты, выполнившие все работы, и защитившие их получают зачет по практикуму без дополнительного собеседования. Преподаватель имеет право выставить оценку (рейтинговую оценку), в которой будет отражено качество и своевременность выполнения лабораторных работ, а также глубина и полнота ответов при их защите. При использовании накопительной системы оценивания знаний эта оценка будет учитываться преподавателем-экзаменатором при выставлении итоговой оценки по предмету.