

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРАКТИКУМ ПО ШКОЛЬНОМУ КУРСУ ФИЗИКИ

Кафедра общей физики

Образовательная программа бакалавриата
03.03.02. Физика

Профили программы:
Фундаментальная физика, медицинская физика

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
входит в обязательную часть

Махачкала, 2022 год

Рабочая программа дисциплины «Практикум по школьнорму курсу физики» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика от «7» августа 2020 г., № 891

Разработчики: кафедра общей физики, д.ф.-м.н., профессор Курбанисмаилов В.С.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры общей физики от «15» марта 2022г., протокол № 2

И.о зав. кафедрой  Курбанисмаилов В.С.

На заседании Методической комиссии Физического факультета от «23» марта 2022г., протокол №7

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» марта 2022 г.

Начальник УМУ  .Гасангаджиева А.Г

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Практикум по школьному курсу физики» входит в обязательную часть образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой общей и теоретической физики.

Краткая аннотация: в рамках дисциплины «Практикум по школьному курсу физики» излагаются общие понятия практикума по школьному курсу физики.

Цель преподавания дисциплины «Практикум по школьному курсу физики» заключается в ознакомлении и изучении комплекса существующих экспериментов школьного курса физики с использованием современного оборудования, включая лазеры, компьютерная техника с учетом современных информационных технологий.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: *общефессиональных*: ОПК-3; *профессиональных*: ПК-2.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольная работа, коллоквиум и пр.) и промежуточный контроль в форме зачета, экзамена.

Объем дисциплины **2** зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Сем е- стр	Учебные занятия							Форма промежуточно й аттестации (зачет, дифференци- рованный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, В том числе экзамен	
		Всего	из них					
	Лек ции		Лабора - торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	Консу льтац ии		
7	72	72	-	52	-	20		зачет

1. Цели освоения дисциплины:

Целями освоения дисциплины «Практикум по школьному курсу физики» являются:

- дать возможность обучающимся экспериментально изучить основные физические закономерности, изучаемые в курсе средней школы; научить студентов определять точность и достоверность полученных результатов, применять теоретический материал к анализу конкретных физических ситуаций;
- ознакомить с современной измерительной аппаратурой и принципами ее действия; с основными принципами автоматизации и компьютеризации процессов сбора и обработки физической информации с использованием информационных технологий; с основными элементами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований;
- обеспечить приобретение практических навыков по выполнению лабораторных измерений, обработке результатов эксперимента и обращению с основными физическими приборами;
- формирование культуры физического мышления.
- ознакомление с основными физическими величинами, знание их определений, смысл и единицы их измерения;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Практикум по школьному курсу физики» входит в обязательную часть образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 03.03.02. Физика.

Для изучения дисциплины «Практикум по школьному курсу физики» студент должен знать: основные понятия и методы математического обработки экспериментальных результатов; основные физические законы, изучаемые в школьном курсе физики; статистические методы обработки экспериментальных данных; разделы школьного курса физики: механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, оптика, атомная и ядерная физика.

Понятие информации; программные средства организации информационных процессов; модели решения функциональных и вычислительных задач; методы защиты информации.

Дисциплина «Практикум по школьному курсу физики» в неразрывной связи с курсом школьной физики призвана обеспечить высокое качество фундаментальной подготовки выпускаемых специалистов. В ходе учебного процесса студенты должны научиться правильно и осознанно проводить экспериментальные исследования, приобрести навыки обращения с измерительными приборами и измерительной аппаратурой, научиться обрабатывать экспериментальные данные, применять теоретические знания в экспериментальной работе, понимая при этом роль физической идеализации,

научиться критически осмысливать любой получившийся в эксперименте результат.

В познании физических закономерностей в практикуме школьного курса физики важна убежденность студента в правильности получаемого на опыте результата. Эта убежденность должна базироваться не только на совпадении найденных значений с табличными значениями соответствующих физических величин, но и на уверенности в правильности постановки задачи, методов ее экспериментальной реализации и проведения всех измерений.

Освоение данной дисциплины является базой для успешного проведения экспериментов в педагогической деятельности учителя физики.

В ходе учебного процесса студентами должно быть выполнено 8 лабораторных работ.

В рамках *лабораторного практикума* используется умение студентов производить расчеты с помощью средств вычислительной техники. Это позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам.

На *самостоятельную работу* студентов выносятся подготовка к лабораторно-практическим занятиям и обработка их результатов и составление отчетов.

Основными формами контроля знаний являются предварительный и окончательный отчеты преподавателю при выполнении и сдаче (защите) каждой лабораторной работы, а также заключительный зачет по дисциплине.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-3. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-3.1. Демонстрирует умения получать и использовать новые знания в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте	Знает: - современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации из различных источников и баз данных в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий. Умеет:	Устный опрос, письменный опрос

		<p>- получать и использовать новые знания в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте, с использованием информационно-коммуникационных технологий.</p> <p>Владеет:</p> <p>- навыками использовать современные информационные технологии для приобретения новых знаний в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте</p>	
	<p>ОПК-3.2. Предлагает новые идеи и подходы к решению инженерных задач с использованием современных информационных технологий</p>	<p>Знает:</p> <p>- типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>Умеет:</p> <p>- генерировать новые идеи и подходы к решению инженерных задач с использованием современных информационных и компьютерных технологий, средств коммуникаций.</p> <p>Владеет:</p> <p>- навыками предлагать новые идеи и подходы к решению физических задач с использованием современных информационных технологий.</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>

	<p>ОПК-3.3. Разрабатывает эффективные алгоритмы решения инженерных задач с использованием современных языков программирования и математического моделирования</p>	<p>Знает: - основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными программными продуктами при решении профессиональных задач - методы вычислительной физики и математического моделирования.</p> <p>Умеет: - разрабатывать эффективные алгоритмы решения физических задач с использованием современных языков программирования и математического моделирования.</p> <p>Владеет: - навыками разрабатывать специализированные программные средства и методы математического моделирования для проведения исследований и решения физических задач.</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>
--	--	--	---

	<p>ОПК-3.4. Применяет специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач.</p>	<p>Знает: - требования к программно-математическому обеспечению для эффективного проведения исследований и решения инженерных задач</p> <p>Умеет: - подобрать и применять наиболее оптимальное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач</p> <p>Владеет: -навыками применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач.</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>
<p>ПК-2. Способен участвовать в разработке основных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты (в том числе с использованием ИКТ).</p>	<p>ПК-2.1. Применяет в своей деятельности знания нормативно-правовых, аксиологических, психологических, дидактических и методических основ разработки и реализации основных образовательных программ;</p>	<p>Знает: структуру и основные компоненты основных и дополнительных образовательных программ; закономерности и принципы построения и функционирования образовательных систем; педагогические закономерности организации образовательного процесса; специфику использования ИКТ в педагогической деятельности.</p> <p>Умеет: проектировать индивидуальные образовательные маршруты освоения программ учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей),</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>
	<p>ПК-2.2. Разрабатывает программы учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), программы дополнительного образования в соответствии с нормативно-правовыми актами в сфере образования</p>		

	<p>ПК-2.3. Осуществляет отбор педагогических и других технологий, в том числе информационно-коммуникационных, используемых при разработке основных и дополнительных образовательных программ и их элементов.</p>	<p>программ дополнительного образования в соответствии с образовательными потребностями обучающихся; осуществлять разработку программ отдельных учебных предметов, в том числе программ дополнительного образования в соответствии с нормативно-правовыми актами в сфере образования; разрабатывать программу развития универсальных учебных действий средствами преподаваемой(ых) учебных дисциплин, в том числе с использованием ИКТ; разрабатывать результаты обучения и системы их оценивания, в том числе с использованием ИКТ; разрабатывать программы воспитания, в том числе адаптивные совместно с ответственными специалистами.</p> <p>Владеет: педагогическими и другими технологиями, в том числе информационно-коммуникационными, используемые при разработке основных и дополнительных образовательных программ и их элементов.</p>	
--	--	---	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы **72** академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практич. занятия	Лаборат. занятия	Сам. работа в т.ч. экзамен	
Модуль 1. Общие вопросы теории и методики преподавания физики							
1	Электрическое поле	7		6		4	Лабораторное занятие
2	Свойства полупроводников	7		4		4	Вопросы и задания к лабораторным занятиям.
3	Волновые свойства света	7		6		4	Вопросы и задания к лабораторным занятиям.
4	Электромагнитные колебания. Переменный ток.	7		4		4	Вопросы и задания к лабораторным занятиям.
	<i>Итого модуль 1.</i>			20		10	
Модуль 2. Частные методики преподавания физики							
1	Изопроцессы в газах. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам.	7		6		4	Вопросы и задания к лабораторным занятиям.
2	Электромагнитные волны.	7		6		4	Вопросы и задания к лабораторным занятиям.
3	Электромагнитная индукция.	7		4		2	Вопросы и задания к лабораторным занятиям.
4	Законы движения Ньютона.	7		6		4	Контрольная работа
	<i>Итого модуль 2.</i>					10	
	ИТОГО:			52		20	Зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине – не предусмотрено.

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине – не предусмотрено.

4.3.3. Содержание лабораторных занятий по дисциплине.

Модуль 1.

Тема 1. Электрическое поле.

Тема 2. Свойства полупроводников.

Тема 3. Волновые свойства света

Тема 4. Электромагнитные колебания. Переменный ток.

Содержание темы.

Модуль 2.

Тема 5. Изопроцессы в газах. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам.

Тема 6. Электромагнитные волны.

Тема 7. Электромагнитная индукция.

Тема 8. Законы движения Ньютона.

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины «Практикум по школьному курсу физики» используются следующие методы обучения и формы организации занятий:

- лабораторные занятия, на которых обсуждаются основные проблемы, выполняемых работ, проводятся опросы по контрольным вопросам и порядком выполнения лабораторных работ, проверяются результаты (табличные данные, выводы) по проделанной работе;

- консультация преподавателя;
- самостоятельная работа студентов, которая включает освоение теоретического материала, подготовку к выполнению эксперимента по физическому практикуму.

При реализации программы «Практикум по школьному курсу физики» используются следующие образовательные технологии:

- внеаудиторная работа в форме обязательных консультаций и индивидуальных занятий со студентами (помощь в понимании тех или иных методов исследования материалов, обработке результатов физического эксперимента и т.д.).

Курс построен на принципах системного подхода к отбору программного материала и определению последовательности его изучения студентами, что предусматривает глубокое изучение предметов за счет объединения занятий в блоки, т.е. реализуется технология концентрированного обучения. Для контроля усвоения программного материала учитывается работа студентов на лабораторных занятиях (результаты устного опроса, выполнение экспериментальной части работы, обработка результатов и отчет по результатам).

Для выполнения физического практикума по школьному курсу физики изданы учебно-методические пособия и разработки по курсу общей физики, которые в сочетании с внеаудиторной работой способствуют формированию и развития профессиональных навыков обучающихся.

В рамках *лабораторного практикума* используется умение студентов производить расчеты с помощью средств вычислительной техники. Это позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам,

принятым в науке и производственной деятельности. На этих занятиях студенты уже на I курсе приобретают опыт общения с ЭВМ и использования статистических методов обработки результатов наблюдений, что совершенно необходимо для работы в специальных учебных и производственных лабораториях.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов учебные занятия организуются с учетом индивидуальных возможностей обучаемых – с применением дистанционных образовательных технологий и средств удаленного доступа, с проведением консультаций в интерактивном режиме on-line (Skype) и (или) по электронной почте, с обеспечением электронными образовательными ресурсами (электронными пособиями, презентациями).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Студентам предоставляется раздаточный материал: методическое пособие и литература по выполнению лабораторных работ, методическое пособие подготовленное сотрудниками, указанное в дополнительной литературе.

Учебно-методический комплекс по дисциплине, размещенный на сайте факультета.

При изучении курса в рамках самостоятельной работы используются: самостоятельное освоение отдельных вопросов теоретического курса.

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

№ пп	Вид самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, ч.
Текущая СРС		
1.	работа с учебной литературой	2
2.	опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	2
3.	самостоятельное изучение разделов дисциплины с использованием рекомендуемой литературы	2
4.	выполнение домашних заданий, обработка экспериментальных данных	4
5.	подготовка к лабораторным занятиям	2
	выполнение лабораторной работы	2
6.	выполнение реферата по отдельным разделам дисциплины	2
7.	доклад, сообщение по представлению полученных результатов решения определенной учебно-исследовательской или научной темы	2
8.	представление студентом наработанной информации по заданной тематике (презентация)	2
Итого:		20

Итоговый контроль. Зачет в конце 7 семестра, включающий проверку теоретических знаний, умений и навыки выполнения и обработки

экспериментальных данных по практикуму школьного курса физики по всему пройденному материалу.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

Контрольные вопросы по темам:

1. Электрическое поле

1. Что такое электрическое поле?
2. Как формулируется закон сохранения заряда?
3. Как формулируется закон Кулона?
4. Что называется, напряженностью электрического поля в данной точке?
5. Чему равна напряженность поля точечного заряда? В чем заключается принцип суперпозиции полей?
6. Что такое электрическое поле?
7. Как формулируется закон сохранения заряда?
8. Как формулируется закон Кулона?
9. Что называется, напряженностью электрического поля в данной точке?
10. Чему равна напряженность поля точечного заряда? В чем заключается принцип суперпозиции полей?

2. Свойства полупроводников

1. Какие вещества называются полупроводниками?
2. Как объяснить зависимость проводимости проводника от температуры?
3. Почему сопротивление полупроводника очень сильно зависит от наличия примесей?
4. Какую примесь - донорную или акцепторную - надо ввести, чтобы получить полупроводник n-типа? p-типа?
5. Каков принцип работы фотосопротивления?
6. Какова сущность внешнего и внутреннего фотоэффекта?
7. Какие закономерности следуют из уравнения Эйнштейна?
8. Каков принцип работы полупроводникового фотоэлемента?
9. Каков принцип работы полупроводникового термоэлемента?
10. Каков принцип работы полупроводникового диода? Каковы его преимущества перед вакуумным диодом?
11. Каков принцип работы полупроводникового транзистора?

3. Волновые свойства света

1. Как формулируется закон отражения света?
2. Как формулируется закон преломления света? Чем отличается абсолютный показатель преломления от относительного?
3. Как строятся изображения в тонкой линзе, фокусы и оптический центр которых заданы?

4. Какое явление называется дисперсией света?
5. Какое явление называется интерференцией света?
6. Какие волны называются когерентными?
7. Каков принцип получения когерентных волн при помощи призмы Френеля?
8. Каковы принципы образования колец Ньютона?
9. Какое явление называется дифракцией света?
10. Каков принцип действия дифракционной решетки?
11. Какое явление называется поляризацией?
12. Как можно получить поляризованные световые волны?

4. Электромагнитные колебания. Переменный ток

1. Какая электрическая цепь называется колебательным контуром?
2. От каких величин зависит частота колебаний в колебательном контуре?
3. Каковы причины возникновения колебаний в колебательном контуре?
4. Что называется, электромагнитными колебаниями?
5. Как изменится частота электромагнитных колебаний в закрытом колебательном контуре, если в катушку его внести железный стержень?
6. Какой ток называется переменным?
7. Какова формула закона Ома для мгновенного, амплитудного, действующего значения переменного тока?
8. Какие виды сопротивлений имеют место в цепях переменного тока?
9. В чем заключается явление резонанса в цепи переменного тока?
10. Какова амплитуда силы тока при резонансе?
11. Какова амплитуда напряжения при резонансе?

5. Изопроцессы в газах. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам

1. Какие величины являются термодинамическими параметрами? В каких единицах они измеряются?
2. Какая энергия называется внутренней?
3. Какими свойствами обладает идеальный газ?
4. Какие законы определяют свойства идеального газа?
5. Какой процесс называется изотермическим?
6. Какой процесс называется изохорным?
7. Какой процесс называется изобарным?
8. Какой процесс называется адиабатическим?
9. Как формируется первое начало термодинамики?
10. Как изменяется внутренняя энергия при изотермическом, изобарическом, изохорическом процессах? Для объяснения примените первый закон термодинамики.

6. Электромагнитные волны

1. Что называется, электромагнитной волной?

2. Что называется, электромагнитным колебанием?
3. Почему закрытый колебательный контур не излучает электромагнитные колебания, превращая их в электромагнитные волны?
4. Из каких деталей состоит цепь простейшего радиоприёмника?
5. Какова роль блокирующего конденсатора?
6. Что называется, модуляцией?
7. Какова роль конденсатора переменной ёмкости?
8. Что называется, демодуляцией?
9. Радиоприёмник может настраиваться на приём радиоволн различной длины. Что нужно для перехода к приёму более длинных волн - сближать или раздвигать пластины конденсатора колебательного контура?
10. В каких пределах изменяется ёмкость конденсатора колебательного контура приёмника, если он может принимать радиоволны в диапазоне от 3 до 50 МГц? Индуктивность катушки его колебательного контура может изменяться от 5 до 2 мкГн. Найдите решение в общем виде. Получите числовой ответ.

7. Электромагнитная индукция

1. Какое явление называется электромагнитной индукцией? Чему равна ЭДС индукции?
2. Что называется, магнитным потоком? В каких единицах он измеряется?
3. Для чего вводится вектор магнитной индукции? Как он направлен? Чему равен его модуль? В каких единицах измеряется?
4. Что называется, линиями магнитной индукции?
5. Что называется индуктивностью контура? От чего зависит её величина? В каких единицах измеряется?
6. В чём заключается принцип работы трансформатора? Какова роль сердечника?
7. Что такое холостой ход трансформатора?
8. Почему при холостом ходе трансформатора потребляемая им мощность практически равна нулю?
9. Что определяет правило Ленца? Как оно формулируется?
10. Сквозь отверстие катушки падает магнит. С одинаковыми ли ускорениями он движется при замкнутой и разомкнутой обмотках катушки?
11. Что называется, самоиндукцией?
12. В чём заключается резонанс в электрической цепи переменного тока?

8. Законы движения Ньютона

1. В чём состоит первый закон Ньютона?
2. В чём состоит явление инерции?
3. Какие системы называются инерциальными?

4. В каком случае система, связанная с движущимся автобусом, будет инерциальной? Неинерциальной? Почему?
5. Какой величиной характеризуется инертность тела?
6. Что такое сила? Ускорение?
7. Какое движение называется равнопеременным? Чему равны перемещение и скорость при равнопеременном движении?
8. В чём состоит второй закон Ньютона?
9. Как сформулировать первый закон Ньютона, пользуясь понятием силы?
10. Может ли тело, на которое действуют силы, двигаться без ускорения? Находиться в покое?
11. Может ли тело двигаться по окружности равномерно, если сумма сил, действующих на него, равна нулю?
12. В чём состоит третий закон Ньютона?
13. Компенсируют ли друг друга силы, возникающие при взаимодействии двух тел?

Перечень заданий к промежуточной аттестации:

1. Методы обработки экспериментальных данных. Ошибки измерений: случайные и систематические. Промахи.
2. Статистическая обработка данных. Эмпирический стандарт и стандартная ошибка среднего. Доверительный интервал. Распределение Стьюдента. Отбрасывание данных. Критерий Шовене. Сложение ошибок. Метод наименьших квадратов.
3. Физические величины. Прямые и косвенные измерения. Единицы измерения физических величин.
4. Основные и производные единицы. Эталоны. Противоречивые требования к стандарту времени. Шкалы UTC. Предпосылки создания единого эталона времени - длины. Шкалы порядков величин для объектов, существующих в природе.
5. Методы измерения физических величин. Длина, время, масса. Скорость, ускорение, сила.
6. Температура, теплота, давление. Напряжение, сила тока, напряженность электрического и магнитного поля.
7. Световой поток, яркость, освещенность. Особенности световых измерений, связанные со свойством глаза. Ввод и вывод изображений. Сканирующие фотоприемники - линейки, матрицы.
8. Навигация на поверхности и в окрестности Земли. Шкалы порядков величин, доступных для измерения различными методами.
9. Методы создания необходимых физических условий на экспериментальных установках.
10. Высоковакуумная техника и техника высоких давлений. Высокие и низкие температуры.
11. Техника высоких скоростей и высоких плотностей энергии. Энергосиловая часть установки. Преобразователи электрической энергии. Высоковольтная и сильноточная техника.

12. Источники электромагнитного излучения. Предельные значения физических величин, достижимые в экспериментальных установках. Влияние измерительных приборов и устройств на режим работы изучаемой системы.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Физический практикум

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий и наличие конспекта __5__ бал.
- получение допуска к выполнению работы __10__ бал.
- выполнение работы и отчета к ней __15__ бал.
- защита лабораторной работы __20__ бал.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос (допуск к работе) __10__ бал.
- выполнение домашних работ __10__ бал.
- выполнение самостоятельных работ __10__ бал.
- сдача работ по всему пройденному материалу __20__ бал.

Шкалы оценивания

Результаты выполнения обучающимся заданий на зачете оцениваются по шкале «зачтено» - «не зачтено».

В основе оценивания лежат критерий порогового уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине «Практикум по школьному курсу физики».

«Зачтено» – оценка соответствует повышенному и пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения задач физического практикума по школьному курсу физики.

«Не зачтено» - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы физического практикума по школьному курсу физики.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) основная литература

1. Теория и методика обучения физике в средней школе. Избранные вопросы. Школьный физический эксперимент в условиях современной информационно-образовательной среды [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Е.В. Оспенникова [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Пермь: Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2013.— 357 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/32101>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Купцов, П. В. Элементарная вычислительная физика. Компьютерная обработка данных на практических и лабораторных занятиях: учебное пособие / П. В. Купцов, А. В. Купцова. — Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015. — 36 с. — ISBN 978-5-7433-2880-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/76536.html> (дата обращения: 04.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/76536>
3. Косинов, А. Д. Методы физического эксперимента: учебное пособие для вузов / А. Д. Косинов, А. Г. Костюрина, О. А. Брагин. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 86 с. — (Серия: Университеты)
4. Донскова Е.В. Физический эксперимент по молекулярной физике и термодинамике [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Донскова Е.В., Клеветова Т.В.— Электрон. текстовые данные.— Волгоград: Волгоградский государственный социальнопедагогический университет, 2016.— 58 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57788>. — ЭБС «IPRbooks»
5. Рачков, М. Ю. Физические основы измерений: учебное пособие для академического бакалавриата / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 175 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04279-5.

б) дополнительная литература:

6. Вяткин А.А. Современные физические измерения. Компьютерные технологии в эксперименте [Электронный ресурс]: учебнометодическое пособие. Направление подготовки: 050100 - «Педагогическое образование». Профили подготовки: «Физика и информатика» (бакалавриат) и «Физика» (магистратура)/ Вяткин А.А., Полежаев Д.А.— Электрон. текстовые данные.— Пермь: Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2013.— 46 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/32092>. - ЭБС «IPRbooks»
7. Фокин С.А. Обработка результатов измерений физических величин [Электронный ресурс]: учебное пособие для лабораторного практикума по физике/ Фокин С.А., Бармасова А.М., Мамаев М.А.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2009.— 63 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17948>.— ЭБС «IPRbooks»

8. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: Учебное пособие для студ. пед. вузов / С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурышева, Т.Н. Носова и др., Под ред. С.Е. Каменецкого. — М.: ИЦ «Академия», 2000.
9. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы: Учебное пособие для студ. пед. вузов / С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурышева, Н.Е. Важеевская и др.; Под ред. С.Е. Каменецкого, Н.С. Пурышевой. — М.: ИЦ «Академия», 2000.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г. Срок действия договора со 02.10.2020 г. по 02.10.2021 г.
 2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: www.biblioclub.ru. Договор об оказании информационных услуг № 131-09/2010 от 01.10.2020г. Срок действия договора с 01.10.2020 до 30.09.2021 г. 537наименований.
 3. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЛАНЬ <https://e.lanbook.com/>. Договор №СЭБ НВ-278 на электронно-библиотечную систему ЛАНЬ от 20.10.2020 г. Срок действия договора со 20.10.2020 г. по 31.12.2023г.
 4. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>. Лицензионное соглашение № 844 от 01.08.2014 г. Срок действия соглашения с 01.08.2014 г. без ограничения срока.
 5. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке от 1 августа 2016 г. Срок действия договора с 01.08.2016 г. без ограничения срока. Договор может пролонгироваться неограниченное количество раз, если ни одна из сторон не желает его расторгнуть.
 6. Университетская информационная система РОССИЯ <https://uisrussia.msu.ru/>
- 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Подготовка к физическому практикуму

Для лабораторных занятий по дисциплине «Общий физический практикум» у студента должна быть отдельная тетрадь. При подготовке к лабораторному занятию студент должен проработать теоретический материал, относящийся к теме занятия. При этом необходимо выяснить физический смысл всех величин, встречающихся в конспекте по данной работе. Должен составить конспект, ответить письменно на все контрольные вопросы. Должен знать установку, выполнение работы и ожидаемые результаты.

Организация самостоятельной работы

Рабочей программой дисциплины «Общий физический практикум» предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа

предполагает: чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; подготовку к практическим занятиям; работу с Интернет-источниками; выполнение тестовых и индивидуальных заданий, подготовку к сдаче экзаменов.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и, при необходимости, составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы, материалы сайта физического факультета ДГУ и обучающих программ, предложенных преподавателем.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Учебная и научная литература по курсу. Видеозаписи, связанные с программой курса, компьютерные демонстрации, технические возможности для их просмотра и прослушивания. Свободный доступ в Интернет, наличие компьютерных программ общего назначения.

Операционные системы: семейства Windows (не ниже Windows XP).
Adobe Acrobat, Microsoft PowerPoint, WinDjView.

№ п/п	Аудиторное занятие	Содержание	Образовательная технология	Метод обучения	Активный метод обучения, способ реализации
1	Лабораторная работа физического практикума по школьному курсу физики	Оценка погрешности измерений	Технология дифференцированного обучения	Формирование умений и навыков - репродуктивный метод	Индивидуальное выполнение под контролем преподавателя лабораторной работы по инструкции
2	Лабораторная работа физического практикума по школьному курсу физики	Оценка погрешности измерений	Технология дифференцированного обучения	Формирование умений и навыков - репродуктивный метод	Индивидуальное выполнение под контролем преподавателя лабораторной работы по

					инструкции
3	Лабораторная работа физического практикума по школьному курсу физики	Методы линейных измерений	Технология дифференцированного обучения	Формирование умений и навыков - репродуктивный метод	Индивидуальное выполнение под контролем преподавателя лабораторной работы по инструкции
4	Лабораторная работа физического практикума по школьному курсу физики		Технология дифференцированного обучения	Формирование умений и навыков - репродуктивный метод	Индивидуальное выполнение под контролем преподавателя лабораторной работы по инструкции
5	Лабораторная работа физического практикума по школьному курсу физики		Технология дифференцированного и развивающего обучения. Совершенствование знаний и формирование умений и навыков - проблемно-поисковый метод		Индивидуальное выполнение поисковой лабораторной работы с выбором наиболее оптимального способа решения поставленной задачи; компьютерное моделирование с применением расчетно-вычислительных и проектно-графических методик

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

- Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков использования аппаратуры для проверки физических законов обеспечивается лабораторией физического практикума по школьному курсу физики – 1 лаб.
- Для самостоятельной работы используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой.
- При необходимости изложения теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.
- Задачи физического практикума на примере раздела – электричество и магнетизм дано в Приложении 1.

ЗАДАЧИ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА НА ПРИМЕРЕ РАЗДЕЛА III – ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

Цель **физического практикума** – помочь студентам (учащимся) в выполнении задач практической физики (физического практикума) по электромагнетизму.

Практическая физика, как неотъемлемая часть курса элементарной физики, играет главную роль в ознакомлении студентов, (учащихся) с экспериментальными основами фундаментальных физических законов и явлений, методами изучения физики.

Задачи физического практикума позволяют:

1. Проиллюстрировать теоретические положения.
2. Познакомится с приборами.
3. Приобрести опыт в проведении экспериментов.
4. Учитывать возможность присутствия ошибок и принимать меры для их устранения.
5. Анализировать результаты эксперимента и делать правильные выводы.

В соответствие с этим, в пособии сформулированы описания к лабораторным задачам по электричеству и магнетизму.

Все задачи практикума, содержат три раздела: краткая теория исследуемого явления (со ссылкой на программные литературные источники), описание экспериментальной установки и описание отдельных упражнений с указанием формы представляемого отчета.

Студент, получивший допуск к выполнению лабораторной задачи должен:

- а) иметь элементарные сведения об измерениях;
- б) уметь оценивать точность окончательного результата;
- в) вести запись измерений и расчетов аккуратно, ясно и кратко;
- г) по необходимости, представить их в виде графиков.

1. Организация и методика проведения физического практикума

Выполнение лабораторных задач **физического практикума**, как и любого другого лабораторного задания, складывается из предварительной подготовки, проведения лабораторного эксперимента и составления отчета по результатам работы.

Лабораторные задания выполняются студентами согласно семестровому графику, поэтому каждый студент знает сроки и последовательность их выполнения в течение семестра и имеет возможность подготовиться к ним заранее. Подготовка должна проводиться в определенной последовательности. Прежде всего, нужно ознакомиться с описанием работы, изучить ее теоретическое обоснование, обратив особое внимание на вывод расчетных формул. Для более полного уяснения некоторых вопросов теории следует обратиться к рекомендованной литературе в конце описания

выполняемой работы. Затем составляется конспект задачи, который кроме теоретических сведений содержит данные об используемых приборах, схеме экспериментальной установки, о порядке выполнения работы. Готовность к выполнению задания проверяется при ответе на контрольные вопросы, задаваемые преподавателем или помещенные в конце описания.

Выполнение лабораторных работ начинается с знакомства с правилами внутреннего распорядка и техники безопасности в данной лаборатории.

2. Основные методические требования к выполнению практических задач, например, по электромагнетизму

1. При сборке схемы следить за прочные соединения монтажных проводов с клеммами.

2. Подключать приборы к источнику электрического тока только после проверки собранной схемы преподавателем.

3. В случае каких-либо пересоединений проводников, перед подключением к источнику тока, схема должна быть снова проверены преподавателем.

4. Запрещается оставлять без присмотра схемы и приборы под напряжением.

5. В случае выхода из строя прибора необходимо немедленно отсоединить схему от источника питания и сообщить об этом преподавателю.

6. Сборку и разборку электрических схем, подключение дополнительных приборов, их частичное отключение или замену производить только при включенном источнике питания.

Результаты измерений записываются в таблицу. Полученные экспериментальные данные и результаты предварительного расчета искомой физической величины предъявляются преподавателю, который дает им оценку.

В случае хорошей оценки работа считается выполненной.

После выполнения работы студент составляет отчет и сдает его преподавателю в день выполнения работы или не позже следующего занятия. Отчет должен содержать обработку результатов эксперимента, включая расчет погрешностей измерений. Окончательный результат представляется в виде записи измеряемой величины с её абсолютной погрешностью.

В некоторых работах результаты измерений должны быть представлены в виде графиков.

2.1. Указания по оформлению задач физического практикума.

Правильно оформленная лабораторная задача – это отчет, который должен состоять из трех частей.

Первая часть отчета должна содержать:

1. Полное название задачи практикума и ее номер.
2. Цель работы.
3. Принадлежности для выполнения работы.
4. Теоретическая часть, выполняемой работы, с основными расчетными формулами.
5. Рисунок схемы, чертежа. На чертеже нужно привести обозначения и

названия величин, встречающихся в задаче.

Во второй части отчета содержатся результаты измерений. При этом рекомендуем:

- а) результаты эксперимента занести в таблицу;
- б) каждый столбец (или строка) таблицы должны включать как название, так и обозначение измеряемой величины, с указанием единиц ее измерения;
- в) таблиц следует чертить аккуратно и по линейке;
- г) после окончания измерений проводятся расчеты.

В третьей части отчета содержатся все итоговые результаты эксперимента и необходимые расчеты, анализ результатов эксперимента и соответствующие выводы.

Если результаты каких-либо прямых или косвенных экспериментов можно получить из других опытов, то рекомендуется провести сопоставление итоговых данных всех выполненных экспериментальных результатов. Рекомендуется проанализировать достоинства и недостатки примененного метода измерений.

В заключение в выводах можно отметить относительную погрешность результатов измерений.

В условиях студенческого практикума на начальном этапе обучения, как правило, не нужно вычислять оценки параметров зависимости какими-либо сложными методами. В этом случае экспериментальные результаты удобно представить в виде графиков:

1. Графики выполняются на миллиметровой бумаге с помощью карандаша.
2. В качестве осей координат удобно использовать прямоугольную систему координат.
3. В начале нужно выбрать масштаб по осям координат.
4. На осях координат наносят метки и около осей координат необходимо написать названия величин, которые отложены по ним, их обозначение и единицы измерения.
5. Кривые на графике должны занимать все поле чертежа.
6. Не следует соединять соседние экспериментальные точки на графике отрезками прямой и получить, таким образом, ломаную линию. Линии необходимо проводить гладкие, без резких изломов или усредненные кривые.
7. Готовые графики подклеиваются в журнал или тетрадь, и делается подпись под графиком, разъясняя изображенный график.

Итак, **выполняющий** задачу физического практикума **помни!**

- Не знаешь теории – не приступай к выполнению задачи.
- Четко представь себе цель работы – она часто совпадает с ее названием.
- Спланируй ход действия.
- Тщательно ознакомься с электроизмерительными приборами.
- Береги приборы и принадлежности.

- Следи, чтобы на рабочем месте всегда был порядок.
 - Соблюдай технику безопасности – собрав установку или электрическую цепь, не включай ее без проверки и разрешения преподавателя.
 - Подготовь таблицу для записи результатов измерений.
 - Исходя из реальных условий выполнения задачи физического практикума, оцени ожидаемые результаты.
 - Выключи установку.
 - Приведи в порядок рабочее место.
 - На основе данных наблюдений, измерений и вычислений сделай вывод.
 - Составь отчет о выполненной работе.
- Береги электрическую энергию!

2.2. Электроизмерительные приборы

Наиболее часто используемыми электроизмерительными приборами являются амперметры, вольтметры, гальванометры и реостаты. По обозначениям на шкале прибора можно определить ряд их важнейших характеристик:

- чувствительность и цену деления;
- погрешность прибора;
- класс точности;
- верхний предел измеряемой величины;
- возможность работы на постоянном или переменном токе;
- принцип действия прибора и т. д.

а) Принципы измерения электрических величин

Электрические величины измеряются по различным их проявлениям и воздействиям:

механическими – на рамку с током в магнитном поле действует вращающий момент;

химическими – количество протекшего электричества может быть измерено по массе выделившегося на электродах вещества;

тепловыми – длина проводника, по которому течет ток, изменяется вследствие его нагревания и т. д.

б) Чувствительность и цена деления измерительных приборов

Основными характеристиками любого электроизмерительного прибора являются чувствительность S , цена деления C и класс точности.

Чувствительностью S электроизмерительного прибора называется отношение линейного и углового перемещения указателя $d\lambda$ к изменению величины dx вызвавшему это перемещение: $S=d\lambda/dx$. Размерность чувствительности зависит от наименования измеряемой величины, например $S=$ дел/А, дел/Ом, дел/Кл, дел/В и т. д.

Чувствительность измерительного прибора показывает, скольким делениям шкалы прибора соответствует одна единица измеряемой величины.

Величина, обратная чувствительности, называют **ценой деления прибора** $C=1/S$. Цена деления определяет значение электрической величины, вызывающей отклонение на одно деление, её размерность зависит от наименования измеряемой величины, например, [C] = А/дел, Ом/дел, и т.д.

В общем случае цена деления представляет собой разность значений измеряемой величины для двух соседних меток. Цена деления зависит от верхнего и нижнего пределов измерения приборов и от числа делений шкалы. Например, если шкала прибора, рассчитанного на измерения постоянного тока в пределах 0 – 300 А, имеет 60 делений этого прибора, то $C = \frac{300 \text{ мА}}{60 \text{ дел}} = 5 \frac{\text{мА}}{\text{дел}}$, а чувствительность $S = 0,2 \frac{\text{дел}}{\text{мА}}$).

в) Погрешности. Класс точности

Важнейшей характеристикой каждого измерительного прибора является его погрешность. В качестве действительного значения измеряемой величины принимается величина, измеренная образцовым прибором. Разность между показателями прибора λ и действительным значением измеряемой величины λ_0 называется абсолютной погрешностью: $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$.

Точность измерения прибора, как правило, характеризуется относительной погрешностью ε , которая представляет собой отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины, выраженной в процентах:

$$\varepsilon = \pm \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} 100\% .$$

Точность электроизмерительных приборов не может быть однозначно характеризована абсолютной или относительной погрешностью измерения. Одна абсолютная погрешность ничего не говорит о его точности, а относительная погрешность зависит от значения измеряемой величины, т.е. измеряемая величина различна для разных участков шкалы прибора. Поэтому для характеристики электроизмерительных приборов используется приведенная погрешность. Она равна отношению абсолютной погрешности прибора к максимальному значению измеряемой физической величины $\lambda_{пр}$, которое можно измерить данным прибором при отклонении его на всю

шкалу: $\varepsilon = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{пр}}$ Приведенная погрешность есть величина постоянная для данного прибора.

Для того чтобы относительная погрешность измерения была не очень большой, любой электроизмерительный прибор с непосредственным отсчетом необходимо использовать так, чтобы в процессе измерений отклонение указателя было в пределах последней трети шкалы.

Точность электроизмерительных приборов является главной их характеристикой и лежит в основе деления приборов на классы. По степени точности электроизмерительные приборы делятся на восемь классов: 0.05; 0.1; 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 4.0. Показатель класса указывает величину

приведенной погрешности прибора в процентах. Класс прибора обычно указывается на его шкале.

2.3. Принцип действия электроизмерительных приборов

В зависимости от принципа действия измерительные приборы делятся на системы: магнитоэлектрическую, электродинамическую, тепловую, термоэлектрическую, индукционную, электростатическую и другие. На практике наибольшее распространение получили приборы первых трех систем. Остановимся более подробно на принципах их действия.

а) Приборы магнитоэлектрической системы

В приборах этой системы перемещение подвижной части вызывается силами взаимодействия постоянного магнита с катушкой, по которой проходит ток. Достоинства приборов магнитоэлектрической системы это их высокая чувствительность, большая точность и равномерность шкалы. Внешние поля слабо влияют на показания приборов этой системы, так как рамка находится в почти замкнутом пространстве и в сильном поле собственного магнита. К недостаткам таких приборов следует отнести недостаточную устойчивость к перегрузкам и невозможность измерения переменных токов. Последний недостаток устраняется введением в схему прибора выпрямительного устройства.

Приборы магнитоэлектрической системы, позволяющие измерять силу тока порядка $10^{-6} - 10^{-12}$ А, получили название *гальванометров*. Различают стрелочные гальванометры, устройство которых аналогично любому амперметру магнитоэлектрической системы (цена деления порядка 10^{-6} А/дел и ниже), и более чувствительные гальванометры со световым или теневым указателем (зеркальные гальванометры).

Зеркальные гальванометры при электрических измерениях используется чаще всего как «нуль - индикаторы», т.е. приборы, позволяющие установить отсутствие тока в цепи.

б) Приборы электромагнитной системы

В приборах этой системы поворот подвижной части с указательной стрелкой вызывается взаимодействием магнитного поля неподвижной катушки, по которой проходит измеряемый ток, с железным сердечником к которому жестко на этой оси укреплен стрелка.

Достоинствами приборов электромагнитной системы являются простота их конструкции, механическая прочность, стойкость к перегрузкам.

Недостатки приборов электромагнитной системы – это неравномерность шкалы, невысокая точность (вследствие явления гистерезиса в железном сердечнике) и чувствительность внешним магнитным полям.

в) Приборы электродинамической системы

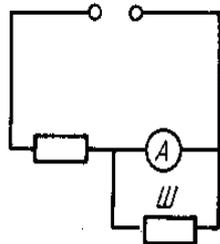
Приборы этой системы служат для измерения силы тока, напряжения и мощности в цепях постоянного и переменного токов. Принцип действия этих приборов основан на взаимодействии магнитных полей постоянного и переменного токов.

К недостаткам приборов электродинамической системы нужно отнести большую чувствительность к перегрузкам, большое собственное потребление

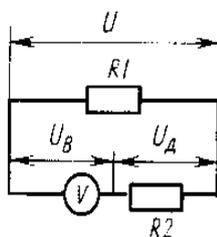
энергии, влияние энергии, влияние внешних магнитных полей на показания прибора.

г) Шунты, добавочные сопротивления и их применения

Шунтом называется сопротивление, подключаемое параллельно амперметру (рис. 1а), вследствие чего через амперметр проходит только часть измеряемого тока.



а)



б)

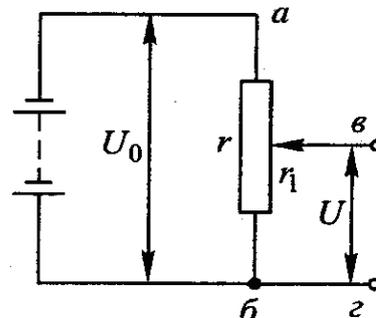


Рис.2.

Рис.1.

Например, если необходимо амперметром измерить ток в n – раз больший максимально возможного для этого прибора, то надо включить шунт сопротивления $R_{ш}$, удовлетворяющим равенству: $R_{ш} = R_a / (n - 1)$, где $n = \frac{I}{I_a}$, I - сила тока в цепи, (I_a - сила тока проходящего через амперметр); R_a – сопротивление амперметра.

Шунты используются для расширения пределов измерения амперметров. При изготовлении амперметров шунт часто монтируется внутри прибора.

Добавочным сопротивлением называется устройства, применяемые для расширения пределов измерения вольтметров. Они представляют собой строго определенные сопротивления R_g , включаемые последовательно с вольтметром (см. рис. 1б). Если, например, вольтметром надо измерить напряжение в n - раз более чем допускается прибором, то к нему необходимо подключить последовательно добавочное сопротивление $R_g = R_v (n - 1)$,

где R_v – сопротивление вольтметра; $n = \frac{U}{U_v} = \frac{R}{R_v}$, Здесь U - полное подводимое напряжение; U_v - падение напряжения на вольтметре; R – общее сопротивление, $R = R_g + R_v$.

Как и шунт амперметра, добавочное сопротивление часто монтируется внутри прибора и может быть многосекционным, что позволяет изменять пределы измерения вольтметра.

Каждый источник тока создает на приборе, присоединенном к его полюсам, определенное напряжение. Это напряжение может оказаться больше того, которое необходимо для нормальной работы. В таких случаях возникает необходимость уменьшить напряжение, подводимое к прибору. Это можно сделать при помощи реостата, используемого в качестве делителя

напряжения. Для этого реостат включают в цепь по схеме, показанной на рис.2, где нижние концы реостата присоединяют к полюсам источника тока, а прибор – к одному из концов реостата и к ползунку. Реостат, включенный по такой схеме, называется **потенциометром**.

Потенциометр применяется, например, для регулировки громкости звучания звуковоспроизводящих устройствах.

д) Условные обозначения на шкалах электроизмерительных приборов

Каждый электроизмерительный прибор рассчитан на определенные условия, в соответствии с которым им можно пользоваться: на определенный ток (переменный или постоянный); имеет определенный класс точности, принцип действия, назначение и т.д. Эти характеристики составляет основу паспортных данных прибора и должны указываться на шкалах или панелях приборов.

Наиболее употребительные обозначения, приводимые ниже, наносятся на электроизмерительные приборы:

2.4. Методология обработки результатов измерений

а) Виды и методы измерений

Согласно определению измерением является нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

По способу нахождения численного значения искомой физической величины различают измерения четырех видов: прямые, косвенные, совокупные и совместные.

Прямые измерения. При прямых измерениях искомое значение величины A находят непосредственно из опытных данных – прямым сравнением измеряемой величины с мерами или с помощью измерительного прибора, проградуированного в единицах измерения.

Косвенные измерения. При косвенных измерениях искомое значение величины A находят с помощью вычислений на основании известной функциональной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям параметра x_i , $A=f(x_i)$.

Функциональная зависимость $f(x)$ называется формулой (или уравнением) связи, а величины x_i – измеряемыми аргументами, например,

$$R = \frac{U}{I}.$$

Совокупные и совместные измерения. Такие измерения позволяют определить искомые значения x_i , не поддающиеся непосредственному наблюдению по результатам измерения значений других величин y_i которые являются их функциями:

$$y_i = \varphi(x_i). \quad (1)$$

После проведения прямых измерений значений величины y_i результаты этих измерений представляются в систему уравнений (1), решение которой позволяет найти искомые значения одноименных (при совокупных) или не одноименных (при совместных) величин x_i .

При совокупных измерениях непосредственно измеряют значения различных сочетаний одноименных величин, каждое из которых в отдельности измерить невозможно.

Погрешности измерений. Погрешность измерения – это отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

По способу выражения погрешности измерений делят на абсолютные и относительные.

Абсолютная погрешность измерения Δ_x выражается в единицах измеряемой величины X и определяется формулой «измеренное минус истинное»:

$$\Delta_x = x - X, \quad (2),$$

где x – значение, полученное при измерении; X – истинное значение измеряемой величины.

Относительная погрешность измерения δ_x равна отношению абсолютной погрешности Δ_x к истинному значению измеряемой величины X и выражается в долях единицы

$$\delta_x = \frac{\Delta_x}{X}, \quad (3)$$

или в процентах

$$\delta_x \% = \frac{\Delta_x}{X} 100\%. \quad (4)$$

Абсолютная погрешность удобна для характеристики результата измерения, так как дает возможность сразу определить в его числовом значении достоверные и недостоверные разряды.

Например, если при измерении электрического тока получен результат 5,243 А с абсолютной погрешностью 0,01 А, то цифра 3 в результате измерения является недостоверной.

Для сравнения метрологических характеристик нескольких значительно отличающихся результатов абсолютная погрешность неудобна. В этом случае вычисление относительных погрешностей дает возможность легче сопоставить достоверность этих двух результатов.

Величина численно равная обратному модулю относительной погрешности $1/\delta_x$ – называется *точностью измерения* и представляет собой качество измерения, отражающее близость полученного измеренного значения к истинному значению измеряемой величины.

б) Обработка результатов измерений

Прежде всего, из совокупности данных измерений следует исключить результаты наблюдений, содержащие явно выраженные грубые погрешности и поэтому заметно отличающиеся от остальных. Если полной уверенности в наличии грубой погрешности нет, такой результат следует оставить в выборке, а затем проверить правомерность его отнесения к ней (с помощью соответствующих статистических критериев).

Статистическая обработка выборок выполняется в следующей последовательности:

1. Исключить (или уменьшить) составляющие погрешности из результатов наблюдений.

2. Проверить соответствие экспериментального закона распределения теоретическому распределению, аналитическим или графоаналитическим способами.

3. Вычислить наиболее вероятное значение \bar{X} искомой величины; среднееарифметическое значение, которое определяется по формуле

$$4. \quad \bar{X} = \sum_n x_i / n. \quad (5)$$

5. Вычислить среднеквадратичное отклонение $S_{\bar{x}}$ результата измерения.

6. Вычислить доверительные границы погрешности измерений.

7. Записать результат измерения.

в) Форма представления результатов измерений

Результат измерения обычно представляется в форме

$X = A \pm \Delta A$, где A – наиболее вероятное значение результата измерения ($A \approx X$); ΔA - доверительная граница погрешности измерения.

В окончательной записи результата измерения доверительную границу ΔA принято выражать, числом с одной значащей цифрой (если первая значащая цифра равна 1, то указывают и вторую цифру). При выполнении промежуточных расчетов целесообразно оставлять в выражении еще одну значащую цифру.

Правила округления:

1. Отбрасываемые значащие цифры заменяются нулями, но только в показательной форме (например, $732 \approx 7 \cdot 10^2$), а после запятой полностью отбрасываются ($7.32 \approx 7$).

2. Если первая из отбрасываемых цифр меньше 5, то оставляемые цифры не изменяются ($2.3 \approx 2$).

3. Если первая из отбрасываемых цифр больше 5 или равна 5, и последующие цифры не нули, то последняя цифра результата увеличивается на единицу ($4,51 \approx 5$).

4. Если первая из отбрасываемых цифр равна 5 с последующими нулями и последняя из оставляемых цифр четная, то она остается без изменений, а если нечетная, то увеличивается на единицу ($4,5 \approx 4$; $7,5 \approx 8$).

Округление результата измерения A основывается на порядке погрешности ΔA :

– числовое значение A должно оканчиваться десятичным знаком того же разряда, которым оканчивается и значение ΔA (например, $25,3 \pm 0,04$ или $32 \cdot 10^3 \pm 2 \cdot 10^3$).

Линейная регрессия (метод наименьших квадратов, МНК)

Если имеется совокупность экспериментально полученных значений x_i и y_i ; причем известен характер функциональной связи между величинами X и Y , то обработка таких результатов измерений сводится к вычислению параметров функции, наилучшим образом отображающей данную

экспериментальную зависимость (такая функция называется уравнением регрессии). Этот метод удобен для обработки экспериментальных функциональных зависимостей при линейной связи между X и Y (см. рис. 3а):

$$Y = aX + v. \quad (6)$$

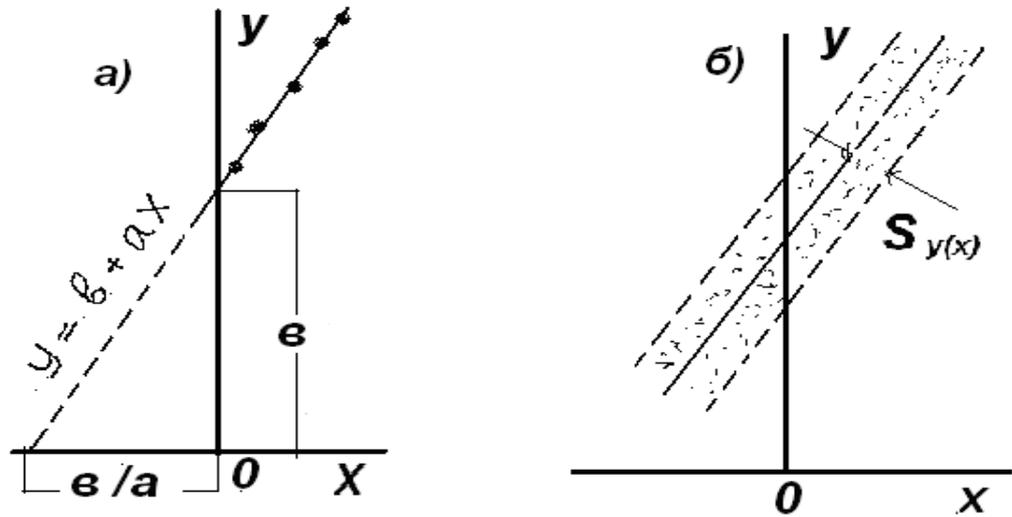


Рис. 3.

Уравнение (6) носит название *уравнение линейной регрессии*.

В результате обработки серии пар экспериментальных величин x_i и y_i вычисляются коэффициенты линейной регрессии a и v

$$a = \left(\sum_n x_i y_i - \frac{1}{n} \sum_n x_i \sum_n y_i \right) / \left[\sum_n x_i^2 - \left(\sum_n x_i \right)^2 / n \right], \quad (7)$$

$$v = \left(\sum_n y_i - a \sum_n x_i \right) / n, \quad (8)$$

Для определения погрешностей можно вычислить среднеквадратичные отклонения оценок величин a и v , но лучше рассчитывать среднеквадратичное отклонение точек x_i, y_i от уравнения регрессии – прямой $Y = aX + v$:

$$S = \sqrt{\sum_n (ax_i + v - y_i)^2 / [(n-1) * (a^2 + 1)]}. \quad (9)$$

Для определения ширины полосы, характеризующей погрешность линейной регрессии по обе стороны от прямой (см. рис. 96 б)), $Y = aX + v$ следует отложить значения $\pm S_{y(x)}$,

где
$$S_{y(x)} = S / \sqrt{n}. \quad (10)$$

Линейная регрессия – почти универсальный прием обработки экспериментальных зависимостей. Иллюстрацией типичных случаев применения линейной регрессии в физическом практикуме служат такие задачи как, например, изучение колебательных процессов, проверка законов Ома, явление термоэлектронной эмиссии и работа выпрямителей (контактных и вакуумных), проверка закона Ома в электрических цепях и другие.

г) Графический подход к обработке измерений

В экспериментальной физике графиками пользуются для разных целей. Во-первых, графики строят, чтобы определить некоторые величины – обычно наклон или отрезок, отсекаемый на оси ординат, прямой, изображающей зависимость между двумя переменными. Хотя в элементарных курсах практической физики упор часто делают именно на это, на самом деле здесь роль графика сравнительно невелика. Ведь при методе наименьших квадратов или методе парных точек наклон прямой определяют, конечно, не по графикам, как таковым, а по исходным числовым данным. Непосредственно же по графику определить наклон можно только в том случае, если провести через точки на глаз наилучшую прямую. Это довольно грубый метод. Его не следует сбрасывать со счета, но он пригоден лишь тогда, когда мы проверяем результат, полученный более точным методом, или когда наклон не очень существен для окончательного результата.

Во-вторых, и это, пожалуй, самое важное, графиками пользуются для наглядности. Глядя на цифры, приведенные в любой таблице, трудно сказать, где пропорциональность начинает нарушаться.

Другое дело, когда те же данные представлены, графически

(см. рис. 4). В графическом случае сразу видна точка, в которой нарушается пропорциональность.

Графики позволяют также более наглядно проводить сравнение экспериментальных данных с теоретической кривой. Нанося результаты измерений на график, очень удобно следить за тем, как идет эксперимент.

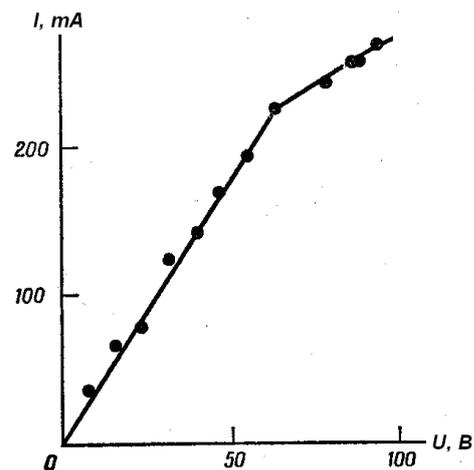


Рис.4.

В-третьих, графиками пользуются в экспериментальной работе, чтобы установить эмпирическое соотношение между двумя величинами. Например, градуируя термопару по какому-либо образцовому прибору, мы определяем поправку как функцию показаний термопары, рис. 98 а)

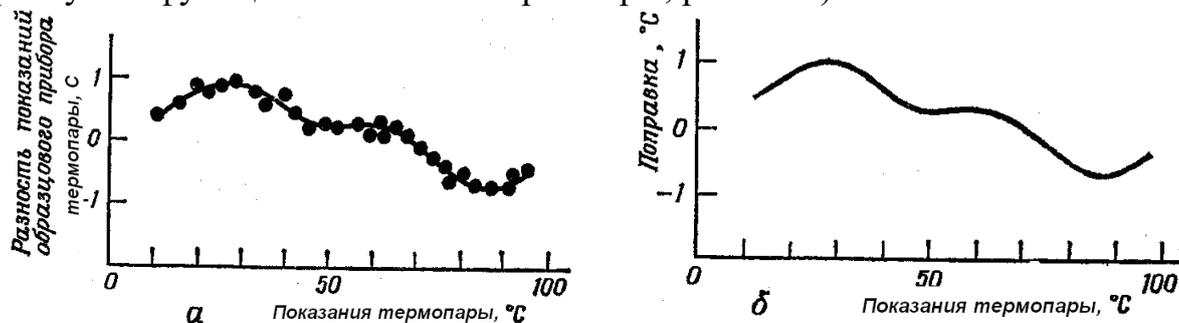


Рис. 5.

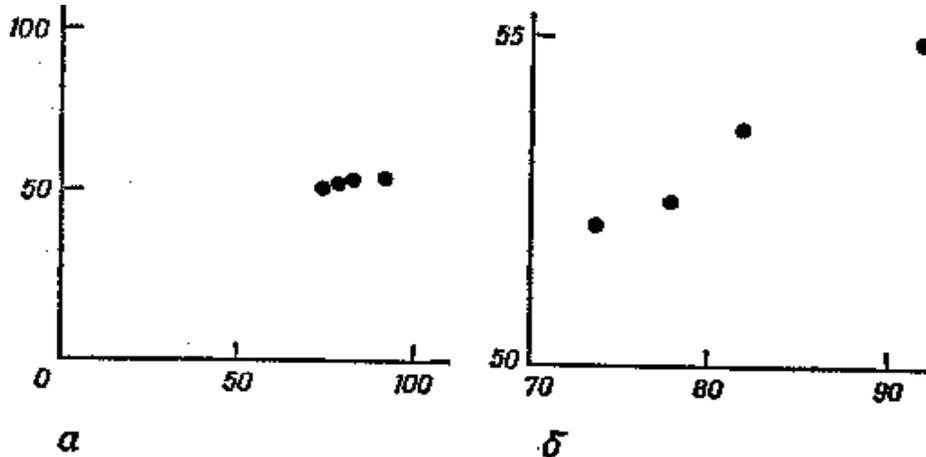
На графике через полученные точки проводим плавную или усредненную кривую (рис.5 б), которой и пользуемся для введения поправки в показания терморпары. То же самое можно было бы сделать, составив таблицу поправок. Таблица, вообще говоря, удобнее в работе, чем график, но иногда ее бывает труднее составить.

В физике на графиках принято по горизонтальной оси откладывать независимую переменную, т.е. величину, значения которой задает сам экспериментатор, а по вертикальной оси — ту величину, которую он при этом определяет. Другими словами, по горизонтали откладывается *причина*, а по вертикали — *следствие*.

Как правило, графики строят на миллиметровой бумаге.

На миллиметровой бумаге должен быть выбран масштаб. При выборе масштаба нужно исходить из следующих соображений:

- Экспериментальные точки не должны сливаться друг с другом, как это видно на рис. 6 а.



а — неудачный выбор масштаба для графического представления результатов; б — те же данные в увеличенном масштабе.

Рис. 6.

Из рис.6 а) довольно трудно извлечь полезную информацию. Поэтому лучше выбрать такой масштаб, чтобы расположить точки с разумным интервалом, как на рис. 6 б). Но при этом рекомендуем иметь в виду и другие правила.

- Масштаб должен быть простым. Проще всего, если единице измеренной величины (или 10; 100; 0,1 единицы и т.д.) соответствует 1см. Можно также выбрать такой масштаб, чтобы 1см соответствовал 2 или 5 единицам. Других масштабов следует избегать просто потому, что иначе при нанесении точек на график придется производить арифметические подсчеты.

- Иногда приходится выбирать масштаб из теоретических соображений. Так, если нас интересует, в какой мере результаты, представленные на рис.6, удовлетворяют соотношению $y = mx$, то на нашем графике зависимости y от x обязательно должно быть начало координат. Для таких целей график на рис.6 не годится.

- Как делать надписи на осях координат графика и указывать их на осях, показано на рисунках 4, 7 а и б.

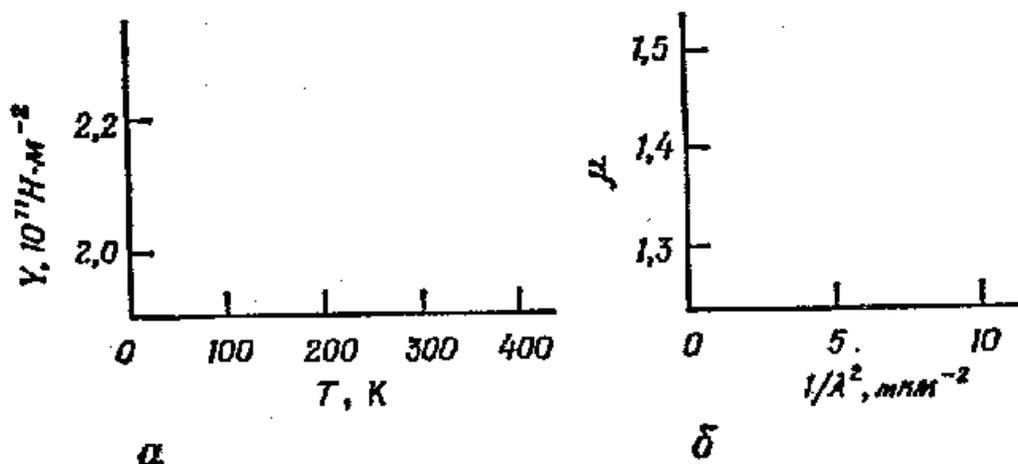


Рис.7. Примеры, показывающие, как делать надписи вдоль осей графика и как указывать единицы измерения.

На осях координат следует указывать название или символ величины (или то и другое). Единицы измерений нужно указывать тем же способом, что и в таблицах, а именно десятичный множитель относить к единице измерения.

д) Как строить графики?

Графики делают в основном для того, чтобы наглядно представить результаты эксперимента, и поэтому они должны быть предельно ясными. Ниже мы дадим ряд общих советов по вычерчиванию графиков. Пользоваться ими нужно с учетом особенностей каждого конкретного случая:

1. Когда на графике для сравнения с экспериментальными данными проводят теоретическую кривую, то точки, по которым ее проводят, выбирают по своему усмотрению. Наносить их желательно без нажима, лучше всего карандашом, чтобы при необходимости можно было стереть. Экспериментальные же данные следует отмечать жирными, хорошо выделяющимися точками (см. рис.8).

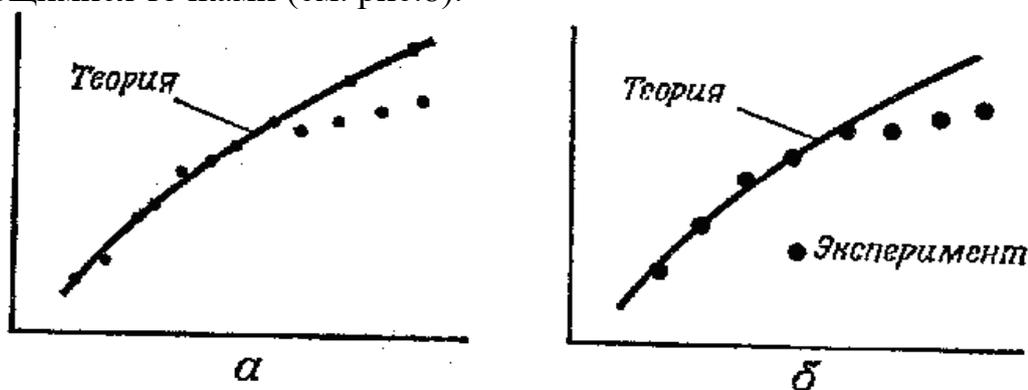


Рис.8.

a – пример неудачного графика, на котором экспериментальные точки очень мелкие и не отличаются от расчетных точек, по которым проведена теоретическая кривая;
б – расчетные точки не видны, а экспериментальные точки четко выделяются.

2. Полезно иногда через экспериментальные точки проводить «наилучшую» плавную кривую. Обратите внимание на слово *плавную*. Начинаящие нередко соединяют экспериментальные точки просто ломаной линией, как изображено на рис. 9, а. Но тем самым как бы указывается, что соотношение между двумя величинами носит скачкообразный характер, а это, вообще говоря, весьма маловероятно. Скорее следует ожидать, что данное соотношение описывается какой-либо плавной кривой (рис. 9, б).

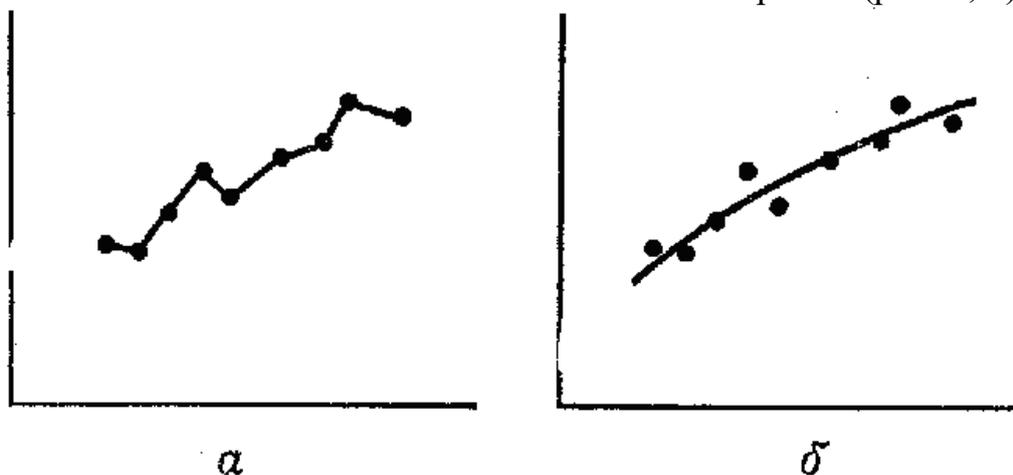


Рис. 9.

Соединять точки ломаной прямой (как на графике а) нельзя, ибо это означало бы, что при изменении одной величины другая изменяется резкими скачками. При тех же экспериментальных данных более вероятно, что зависимость плавная, подобно кривой на графике б).

Если на графике имеется расчетная кривая, то «плавную» кривую через экспериментальные точки лучше не проводить. Такая кривая, может быть, не совсем соответствует фактическим данным, и тогда она будет мешать прямому сравнению эксперимента с теорией.

3. Чтобы различать экспериментальные данные, относящиеся к разным условиям или разным веществам, можно пользоваться разными значками, например темными или светлыми кружками, крестиками или точками разного цвета. Но при этом нужно знать меру: если график начинает выглядеть загроможденным, то лучше для той группы данных построить отдельный график.

Разные значки удобнее всего, пожалуй, в тех случаях, когда нужно показать, что результаты почти не зависят от условий эксперимента или исследуемого вещества.

4. Размечать деления на осях координат и наносить на график экспериментальные точки лучше всего сначала карандашом. Вдруг вы решите изменить масштаб или окажется, что какая-либо точка случайно поставлена неверно. Если с масштабом и расположением точек все в порядке, то нетрудно обвести все тушью или чернилами и сделать жирные экспериментальные точки. В результате вам удастся избежать переделок и лишних затрат графической бумаги.

5. Ошибку в экспериментальном значении можно указать следующим образом:



Поскольку нанесение таких значков – дополнительный труд и приводит к усложнению графика, это следует делать лишь в том случае, если информация об ошибках действительно нужна.

Когда от ошибок может зависеть значимость отклонения экспериментальных данных от теоретической кривой, (см. рис.10) то в этом случае ошибки необходимо указывать.

График, на котором указаны ошибки, помогает выяснить расхождение между теорией и экспериментом.

Ошибки обычно указывают и еще в одном случае – когда они неодинаковы для разных экспериментальных точек.

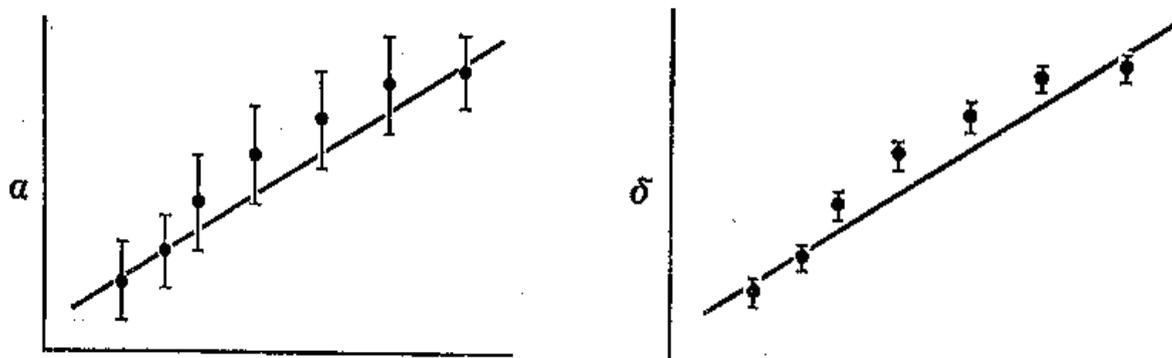


Рис.10. Отклонения экспериментальных точек от прямой линии на обоих графиках одинаковы, но в случае *а*, отклонение вряд ли значимо, а в случае *б* – значимо.

Выбор наиболее показательной зависимости

Допустим, что мы проводим эксперимент, цель которого – проверить справедливость соотношения $y=x$. Полученные нами пары значений x и y показывают, что данное равенство приблизительно выполняется. Чтобы представить результаты графически, мы можем построить график зависимости y от x *а*) на рис.11. Но гораздо более показательным был бы график зависимости разности $y - x$ от x , ибо эта разность мала по сравнению с величиной y и мы могли бы тогда выбрать более крупный масштаб (см. рис. 11, б). На первом из графиков отклонения от равенства $y=x$ слабо заметны, а на втором они отчетливо видны.

Аналогичный метод применим и при проверке соотношения y и mx . График зависимости y от x полезен тем, что дает общее представление о ее характере, а). Более показательным при проверке данного соотношения будет график зависимости y/x от x . В этом случае нам не потребуется, чтобы на графике обязательно было начало координат, как в а), и мы можем выбрать область изменения величин y/x и x так, как нам удобно, б).

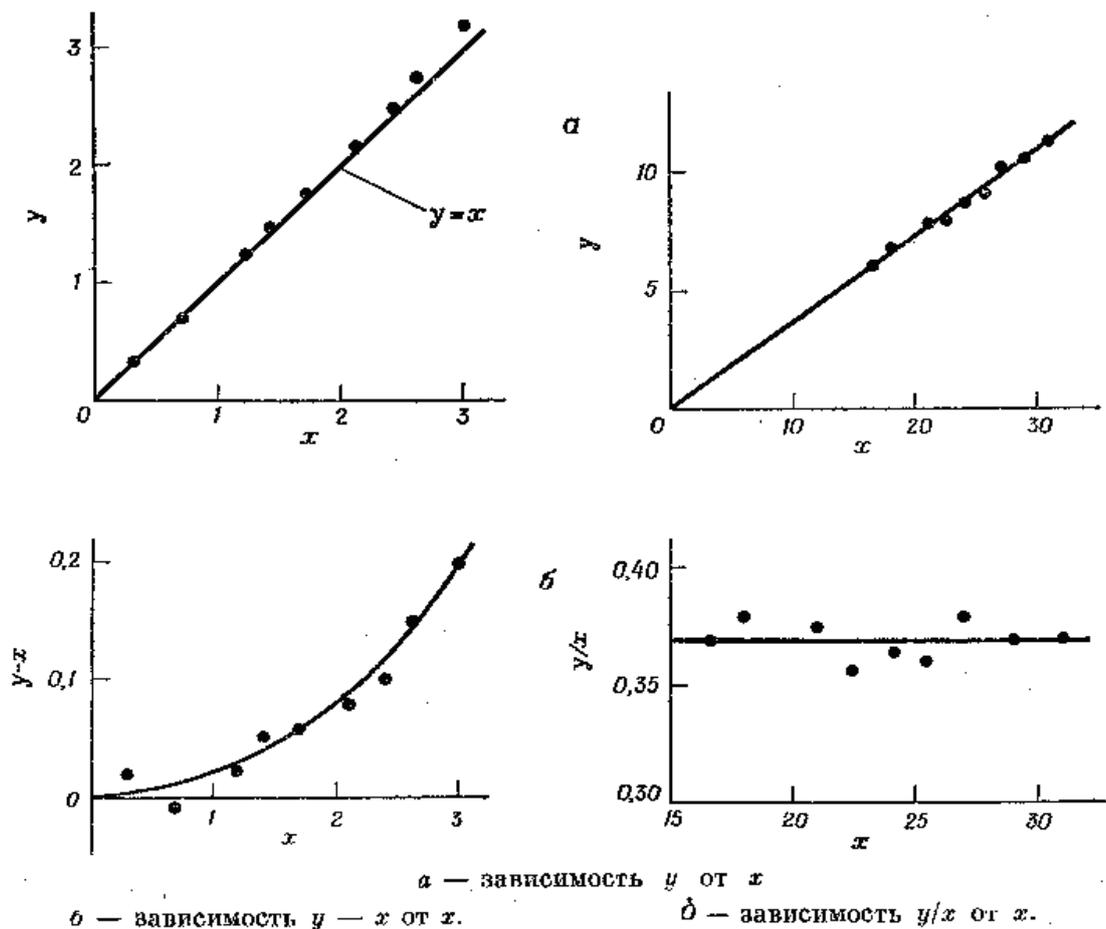


Рис.11.

2.5. Записи данных и вычисления

В каждом эксперименте очень важно сразу же записать все проделанное. Запись должна быть ясной и экономной. Записи должны быть такими, чтобы сами были в состоянии без особого труда понять их спустя некоторое время.

Как вести запись: в одной рабочей тетради или на листках с последующим переписыванием. Преимущество рабочих тетрадей в том, что всегда известно – только в ней и надо все искать, нет разрозненных листков, которые могут затеряться. Главный недостаток рабочей тетради – это то, что в любом эксперименте, даже не очень сложном, от одного измерения часто приходят к другому, а затем обратно, и запись каждого из них оказывается разрозненной.

Преимущество отдельных листков в том, что записи, посвященные одному и тому же вопросу, всегда можно собрать воедино независимо от других, их разделяющих. Такие листы можно собрать (например, в скоросшивателе) в любом количестве и в любом порядке. Очевидно, что сочетание рабочей тетради с отдельными листками даст преимущества того или другого способа. При этом очень полезно пронумеровать все листки или страницы рабочей тетради.

Запись измерений.

Важная задача практической физики состоит в том, чтобы научиться к четкой и эффективной записи. Прежде всего, для этого нужно научиться записывать непосредственно измеряемые величины – все результаты

измерений следует записывать немедленно и без какой-либо обработки. Из этого правила нет исключения. Не проводите никаких предварительных расчетов, даже самые простые, прежде чем не запишете результаты измерений – это показания прибора в делениях шкалы и предел измерений на приборе. При проведении и записи измерений хорошо проверьте то, что записали, взглянув еще раз на прибор. Все записи надо датировать!

У многих студентов есть одна плохая привычка записывать результаты измерений, наблюдений на клочке бумаги или в черновой тетради, затем переписывать их в чистовую тетрадь, а оригинал выбрасывать. Против этого можно выдвинуть три возражения: а) это приводит к большой потере времени; б) при переписывании возможны ошибки; в) практически невозможно избежать отбора данных.

Последнее замечание особенно важно, ибо там возможно будут «не «показательные» результаты измерений или другие неудобные записи. В записи важна не красота, а ясность!

Все первичные данные измерений надо сохранить!

Схемы.

Значение схем в записях эксперимента и в отчетах об эксперименте вряд ли можно переоценить. Дополненная несколькими словами схема часто оказывается самым простым и самым хорошим способом объяснения идеи эксперимента, описания установки и введения обозначений. Схема не должна быть художественным или фотографически точным изображением установки. Она должна быть как можно проще. На схеме должно быть указано только то, что имеет отношение к эксперименту. Иногда схема, искажая масштаб, может выявить ту или иную особенность установки.

Древняя китайская пословица гласит: «Один рисунок лучше тысячи слов».

Таблицы.

Старайтесь всегда записывать результаты измерений в виде таблиц. Такая запись компактнее и проще для чтения. Значения одной и той же величины лучше всего записывать в вертикальный столбик. В начале каждого столбца напишите название или символ соответствующей величины и укажите единицу измерения. При этом удобно придать единице измерения такой десятичный множитель, чтобы записываемые значения были заключены в интервале примерно от 0.1 до 10^3 . На практике чаще это делается в таком виде: $E, 10^6 \text{ В/м}$ или $E \cdot 10^6, \text{ В/м}$. Второй способ менее практичен, удобно пользоваться первым способом.

В таблицах следует избегать повторений и исправлений. Привычка к исправлению – враг ясности.

Схемы и таблицы – это две формы записи, которые позволяют добиться большой ясности.

Вычисления.

Цель эксперимента – получить некоторую числовую величину, и поэтому точность при вычислениях так же важна, как и при измерениях. В вычислениях жестко следите, чтобы все числовые значения были приемлемы

по порядку, а все величины были в одной системе измерений. Иногда бытует ложное представление, что числовые выкладки – это тривиально и не очень важное дело. Считаем, что неспособность к ним есть отсутствие математического прозрения или таланта.

О вычислениях ошибок измерений и приближения в числах говорили выше.