

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет
Кафедра общей физики



ПРЕДТВЕРЖДАЮ
 Декан ФФ, д.ф.-м.н.
 В.Е.Блинов
 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Измерительный практикум

Направление подготовки: **03.03.02 Физика**

Направленность (профиль): **все профили**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)			Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем		Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лабораторные занятия	Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	108	64		42				2	
Всего 108 часов / 3 зачетные единицы, из них: - контактная работа 66 часов									
Компетенции : ОПК-2									

Ответственный за образовательную программу
 д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	3
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	4
5. Перечень учебной литературы.	7
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	7
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	7
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	8
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	8

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина «Измерительный практикум» предназначена для приобретения студентами современных знаний и практических навыков экспериментальной работы. При работе с современными физическими приборами и оборудованием обучающийся должен ознакомиться с их физическими характеристиками и принципами работы, научиться планировать ход выполнения измерений.

При освоении дисциплины студенты приобретают современные знания и практические навыки экспериментальной работы, а также изучают методы обработки и представление полученных в эксперименте данных согласно общепринятым нормам, существующим в научном сообществе, которые необходимы физикам в его профессиональной деятельности.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося профессиональной компетенции

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	ОПК - 2.1. Применяет теоретические основы и базовые знания для проведения научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики. ОПК – 2.2. Применяет современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование) для организации научного исследования. ОПК – 2.3. Применяет различные методы обработки и системы анализа экспериментальных данных	Знать физические характеристики устройств и принципы работы современных физических установок, а также базовые методы измерений физических величин. Уметь оценивать основные погрешности результатов измерений при выполнении лабораторных работ, обработать и представить полученные в эксперименте данные согласно общепринятым нормам.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина читается в первом семестре первого курса параллельно с дисциплинами «Механика и теория относительности» и «Введение в технику физического эксперимента».

Дисциплина «Измерительный практикум» необходима для приобретения студентами современных знаний и практических навыков экспериментальной работы. Особенность курса – максимальное приближение всех лабораторных работ к исследовательским работам начального уровня.

При выполнении лабораторных работ в практикуме студенты приобретают навыки и знания работы с приборами, изучают методы обработки и представление полученных в эксперименте данных, что необходимо для освоения практических дисциплин в последующих семестрах. Данная дисциплина является базовой для освоения следующих за ней дисциплин лабораторных практикумов: «Молекулярный практикум», «Электромагнитный практикум», «Практикум по физической оптике», «Атомный практикум» и специализированные практикумы в научных лабораториях выпускающих кафедр.

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)			Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем		Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лабораторные занятия	Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	108	64		42				2	
Всего 108 часов / 3 зачетные единицы, из них: - контактная работа 66 часов									
Компетенции : ОПК-2									

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лабораторные занятия, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: выполнение и сдача лабораторных работ
- промежуточная аттестация: – дифференцированный зачет

Общая трудоемкость программы составляет 3 зачетные единицы, 108 часов, из них контактная работа составляет 66 часов, самостоятельная работа обучающегося составляет 42 часов.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Общая трудоемкость программы составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	Консультации в период занятий	
				Лекции	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Техника безопасности, вводный инструктаж и введение в практикум	1	1		1			
2	Измерение случайных величин	1-3	15		9	6		
	Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ.	1-3	2		2			
3	Методы и приборы для измерения напряжения и тока	4-7	26		14	12		
	Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ.	4-7	2		2			
4	Изучение электронно-лучевого и цифрового осциллографа.	8-13	38		20	18		
	Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ. Зачет с оценкой.	8-13	4		4			
5	Компенсационные методы измерений и датчики	14-16	16		10	6		
	Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ.	14-16	2		2			
6	Дифференцированный зачет	17	2					2
	Всего		108		64	42		2

Программа лабораторных занятий:

Измерение случайных величин

Лабораторная работа 1.1. **Статистические закономерности, возникающие при измерениях.**

Цель работы: Определение закона распределения потока α -частиц при радиоактивном распаде. Проверка статистических гипотез. Ознакомление со статистическими методами обработки результатов измерений. Практическая работа со счетчиками ионизирующих излучений.

Лабораторная работа 1.2. **Измерение энергии образования электрон-ионной пары**

α -частицами в воздухе.

Цель работы: Определение средней энергии образования электрон-ионной пары при торможении α -частиц в воздухе. Практическая работа с измерителем малых т10оков.

Методы и приборы для измерения напряжения и тока

Лабораторная работа 2.1. Электроизмерительные приборы и источники питания постоянного тока.

Цель работы: Ознакомление с принципом действия электроизмерительных приборов разного типа и приобретение навыков измерения напряжений и токов. Определение внутреннего сопротивления вольтметров, амперметров и источников питания. Изучение режимы работы источников питания постоянного тока.

Лабораторная работа 2.2. Основы измерений в цепях переменного тока.

Цель работы: Ознакомление с основами измерений в цепях переменного тока. Использование цифровых измерительных приборов при измерении периодических сигналов различной формы. Знакомство с принципами согласования источника электрического сигнала с регистратором.

Лабораторная работа 2.3. Автоматизированные измерения лабораторным комплексом NI ELVIS.

Цель работы: Знакомство с технологией виртуальных приборов. Измерение характеристик элементов линейных цепей. Измерение импеданса. Определение вольтамперных характеристик диодов и стабилитрона.

Лабораторная работа 2.4. Измерение электрических величин в цепях постоянного и переменного тока.

Цель работы: Овладение студентами общепринятых базовых методов электрических измерений. Основной упор сделан на применении измерительных приборов для экспериментальной проверки основных законов электрических цепей постоянного и переменного тока.

Изучение электронно-лучевого и цифрового осциллографа

Лабораторная работа 3.1. Измерения с помощью цифровых запоминающих осциллографов.

Цель работы: Обучение навыкам работы с цифровыми осциллографами.

Лабораторная работа 3.2. Измерения с помощью электронно-лучевого осциллографа.

Цель работы: Ознакомление с принципом действия электронно-лучевых осциллографов, изучение их характеристик и приобретение навыков работы с ними.

Компенсационные методы измерений и датчики

Лабораторная работа 4 (4.1, 4.2). Компенсационные методы измерений.

Цель работы: Изучение принципов работы потенциометра, одинарного и двойного мостов. Знакомство с датчиками температуры и работа с ними. Измерение очень малых сопротивлений.

Лабораторная работа 4.3. Измерение скорости звука в воздухе методами бегущей волны.

Цель работы: Определение скорости звука в воздухе методами бегущей волны. Знакомство с физическим описанием акустических явлений. Измерение скорости потока воздуха. Амплитудно-фазовые методы регистрации, использование фигур Лиссажу.

Лабораторная работа 4.4. Измерение скорости звука в воздухе методом стоячей волны.

Цель работы: Определение скорости звука в воздухе методом стоячей волны, анализ погрешностей измерения. Изучение условий образования стоячих волн и их характеристик.

Лабораторная работа 5. Измерение скорости звука в металлах методом соударения

стержней.

Цель работы: Определение скорости звука в различных металлах по времени контакта сталкивающихся стержней и по времени прохождения звукового импульса (пакета) в стержнях. Анализ прохождения акустических волн по металлическому стержню при соударении стержней. Закрепление навыков работы с цифровым осциллографом.

Лабораторная работа 6. **Измерение ускорения свободного падения.**

Цель работы: Определение величины ускорения свободного падения методом баллистического гравиметра, расширение навыков работы с цифровым осциллографом при использовании совместно с персональным компьютером.

Лабораторная работа 7. **Методы измерения температуры.**

Цель работы: Знакомство с методами измерения температуры. Изучаются современные методы измерения температуры, производятся калибровки термодпар, определяется температурный коэффициент терморезисторов, измеряется температура различных объектов контактными и бесконтактными методами.

Лабораторная работа 8. **Датчики для цифровых и аналоговых измерений.**

Самостоятельная работа студентов (42 часа)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к лабораторным занятиям.	42

5. Перечень учебной литературы.

1. Князев Б.А., Черкасский В.С. Начала обработки экспериментальных данных. Учеб. Пособие. Новосибирск. НГУ, 1996. (142 экз.)
2. А. Д. Косинов, А. Г. Костюрина, О.А. Брагин. Введение в Измерительный практикум: учеб. пособие/ Новосиб. Гос. ун-т. Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2016. –87 с. (18 экз.)
3. Методы физических измерений /Под ред. Р.И.Солоухина. Новосибирск, 1975г. (134 экз.)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Для самостоятельной работы студентов на сайте кафедры общей физики представлены описания лабораторных работ с кратким изложением теории изучаемого явления, задания, рекомендации к выполнению поставленных задач, контрольные вопросы для самоподготовки: <http://www.phys.nsu.ru/measuring/Labworks.html>

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

7.1 Ресурсы сети Интернет

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.2 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

8.1 Перечень программного обеспечения

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

8.2 Информационные справочные системы

Не используются.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины «Измерительный практикум» используются специальные помещения:

1. Лаборатории для проведения практических занятий, текущего контроля, промежуточной аттестации.

2. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Учебные лаборатории укомплектованы специализированной мебелью и лабораторным оборудованием для обеспечения преподавания дисциплины, а также техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации по дисциплине.

3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости

В процессе выполнения лабораторных работ осуществляется контроль по их выполнению. Под наблюдением преподавателя обучающийся осуществляет самостоятельное выполнение заданий, представленных в описании лабораторной работы. После выполнения стандартных заданий студенту преподавателем предлагается изменить ход измерений с целью получения навыков использования альтернативных подходов и дополнительной информации о физических явлениях, а также ответить на контрольные вопросы по результатам выполнения лабораторной работы. Лабораторные работы сдаются по мере их выполнения, в учебной программе дисциплины предусмотрено время для самостоятельной работы обучающегося: на подготовку к сдаче и оформлению экспериментальных результатов по выполненной работе в виде отчета. Выполнение лабораторной работы оценивается преподавателем по пятибалльной шкале.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ОПК-2 сформирована не ниже порогового уровня.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации. Выполненные работы должны охватывать все разделы дисциплины, из которых обучающийся должен выполнить до 8 работ по назначению преподавателя.

Для оценивания выполнения обучающимся лабораторных работ используется "пятибалльная" шкала:

- оценка "отлично" выставляется в случае, если выполнено не менее 8 лабораторных, из них не менее половины на оценку "отлично" (продвинутый уровень освоения компетенций);
- оценка "хорошо" выставляется в случае, если выполнено не менее 7 лабораторных, из них не менее половины на оценку "хорошо" (базовый уровень освоения компетенций);
- оценка "удовлетворительно" выставляется в случае, если выполнено не менее 6 лабораторных работ (пороговый уровень освоения компетенций);
- оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если выполнено менее 6 лабораторных работ (уровень усвоения компетенций не сформирован);

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК - 2.1. Применяет теоретические основы и базовые знания для проведения научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики.	Знать физические характеристики устройств и принципы работы современных физических установок, а также базовые методы измерений физических величин.	Решение задач, проведение контрольных работ, экзамен.
ОПК – 2.2. Применяет современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование) для организации научного исследования. ОПК – 2.3. Применяет различные методы обработки и системы анализа экспериментальных данных	Уметь оценивать основные погрешности результатов измерений при выполнении лабораторных работ, обработать и представить полученные в эксперименте данные согласно общепринятым нормам.	Решение задач, проведение контрольных работ, экзамен.

10.2. Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Измерительный практикум».

Таблица 10.2

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
ОПК-2.1	Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
ОПК-2.2 ОПК-2.3	Наличие умений	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Контрольные вопросы к лабораторным работам практикума и содержание отчетов, необходимые для оценки результатов обучения

Лабораторная работа 1.1. Статистические закономерности, возникающие при измерениях.
Содержание отчета

Отчет должен содержать цель работы, экспериментальные данные и результаты обработки. Расчетные формулы и описание выполнения эксперимента по всем заданиям.

Контрольные вопросы

1. Как оценить среднеквадратическое отклонение S_x по рисунку гистограммы (на какой высоте и т. п.)?
2. Чему равно среднеквадратическое отклонение, если функция распределения имеет вид столбика шириной a ?

3. Оценить максимальное значение среднеквадратического отклонения, если гистограмма состоит из одного бина шириной a , содержащего 100 событий.
4. Радиоактивный источник с большим запасом атомов ^{239}Pu имеет среднюю активность 1 распад в 1 мсек. Какова вероятность, что в течение 1 мсек произойдет 2 распада? С какой вероятностью распад произойдет в течение интервала 0,5 мсек?
5. Какое минимальное количество атомов ^{239}Pu в источнике необходимо для определения периода полураспада с точностью 1 год за время измерения 1 час?

Лабораторная работа 1.2. Измерение энергии образования электрон-ионной пары α -частицами в воздухе.

Содержание отчета

Отчет должен содержать цель работы, экспериментальные данные и результаты обработки. Необходимо представить расчетные формулы и описать ход выполнения эксперимента.

Контрольные вопросы

1. Как изменится величина тока насыщения, если увеличить (уменьшить) в 2 раза зазор ионизационной камеры.
2. Приведите качественные аргументы, объясняющие наличие тока в камере.
3. Докажите, что вклад в ток ионной пары не зависит от геометрического места их образования в зазоре.
4. Качественно оцените, как отражаются на результатах измерения приближения, сделанные при выводе расчетной формулы, попробуйте сделать численную оценку.
5. Какие, на Ваш взгляд, следует внести изменения в установку, чтобы уменьшить методические погрешности.

Лабораторная работа 2.1. Электроизмерительные приборы и источники питания постоянного тока.

Содержание отчета

Отчет должен содержать следующие экспериментальные данные и результаты обработки.

Задание 1. Таблицу с экспериментальными данными измерения напряжения различными вольтметрами с указанием погрешности измерения. Указать причину различия показаний вольтметров. Сформулировать требование к вольтметру.

Задание 2. Таблицу со значениями токов, измеренных на различных пределах амперметра с указанием погрешности измерения, и сравнение их с расчетными. Сформулировать требование к амперметру.

Задание 3. Зависимость показаний электростатического вольтметра от времени, график зависимости $\ln(U/U_0) = f(t)$ и определенное из него сопротивление вольтметра.

Задание 4. Таблицу экспериментальных данных и значения ЭДС и сопротивления источника.

Задание 5. Таблицу экспериментальных данных, графики зависимостей тока, напряжения, мощности от сопротивления нагрузки, а также величину сопротивления нагрузки, соответствующую смене режима стабилизации.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к вольтметрам при измерении напряжения?
2. Какие требования предъявляются к амперметрам при измерении силы тока?
3. Как определить внутреннее сопротивление источника?

Лабораторная работа 2.2. Основы измерений в цепях переменного тока.

Содержание отчета

Отчет должен содержать следующие экспериментальные данные и обработки. Расчетные формулы и схемы выполнения эксперимента по всем заданиям.

Задание 1. Таблицу экспериментальных данных, графики амплитудно-частотной

зависимости обоих мультиметров, интервал рабочих частот каждого из них и сравнение экспериментальных данных с паспортными.

Задание 2. Измеренные вольтметром значения напряжения для сигналов различной формы, сравнение с показаниями осциллографа и расчет коэффициентов амплитуды.

Задание 3. Измеренные вольтметром значения напряжения для сигналов сложной формы, сравнение с показаниями осциллографа и расчет коэффициентов формы.

Задание 4. Таблицу экспериментальных данных, графики зависимостей: а) тока от напряжения; б) мощности от сопротивления; величину сопротивления генератора.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к вольтметрам при измерении переменного напряжения, тока?
2. Как определить внутреннее сопротивление генератора переменного тока?
3. Что такое режим согласованной нагрузки?

Лабораторная работа 2.3. Автоматизированные измерения лабораторным комплексом NI ELVIS.

Содержание отчета

Отчет должен содержать экспериментальные данные и результаты обработки. Описать цель и ход выполнения измерений по всем заданиям.

Задание 1. Измерение величины сопротивления, емкости, индуктивности. Определение проводимости диода

Задание 2. Измерение постоянного напряжения и тока.

Задание 3. Измерение вольтамперной характеристики двухполюсников

Задание 4. Измерение полного сопротивления

*Задание 5.** Использование мультиметра совместно с осциллографом NI ELVIS.

*Задание 6.** Использование генератора функций совместно с осциллографом NI ELVIS.

Контрольные вопросы

1. Что такое мультиметр?
2. Что такое импеданс?
3. Зачем нужна вольтамперная характеристика?

Лабораторная работа 3.1. Измерения с помощью цифровых запоминающих осциллографов.

Содержание отчета

Отчет должен содержать экспериментальные данные и результаты обработки. Описать цель и ход выполнения измерений по всем заданиям.

Задание 1. Освоение основных режимов работы осциллографа. Работа в режиме "Автоустановка". Курсорные измерения. Работа в режиме экрана "XY".

Задание 2. Закрытый и открытый вход. Работа с закрытым и открытым входом.

Работа в режиме Window (Окно).

Задание 3. Измерения в режиме одиночного запуска. Измерение параметров затухающих колебаний механической системы. Измерение амплитудных и временных параметров разогрева нити накаливания.

Задание 4. Перенос данных с осциллографа на компьютер.

Контрольные вопросы

1. Какие режимы работы осциллографа используются в работе?
2. Как определить погрешность измерения цифровым осциллографом?
3. Что такое закрытый и открытый вход?

Лабораторная работа 3.2. Измерения с помощью электронно-лучевого осциллографа.

Содержание отчета

Отчет должен содержать экспериментальные данные и результаты обработки. Описать

цель и ход выполнения измерений по всем заданиям.

Задание 1. Освоение основных функций осциллографа.

Задание 2. Знакомство с генератором Г6-28 и GFG-8255.

Задание 3. Исследование релаксационного генератора.

Задание 4. Измерение времени распространения сигнала в длинной линии.

Контрольные вопросы

1. Какие режимы работы осциллографа используются в работе?

2. Как определить погрешность измерения электронно-лучевым осциллографом?

3. Что такое длинная линия?

Лабораторная работа 4 (4.1, 4.2). Компенсационные методы измерений.

Работа 4.1

Содержание отчета

Отчет должен содержать экспериментальные данные и результаты обработки. Описать цель и ход выполнения измерений по всем заданиям.

Потенциометр.

Задания.

Измерение температуры термопарой

Работа с автоматизированной системой измерения ЭДС термопары.

Контрольные вопросы

1. Как увеличить диапазон измерений потенциометром в два раза?

2. Оцените, с какой точностью (относительной) необходимо подбирать сопротивления делителя напряжения потенциометра класса 0,01?

Работа 4.2 Мостовые методы измерения сопротивлений

Содержание отчета

Отчет должен содержать экспериментальные данные и результаты обработки.

Расчетные формулы и схемы выполнения измерений по всем заданиям.

Задания:

Одинарный мост Уитстона

1. Одинарным мостом и тестером измерьте значения сопротивлений, имеющих на рабочем столе в виде сборки на плате. Сопоставьте полученные значения со значениями, написанными на сопротивлениях (номинальными значениями).

2. Измерение температуры термометром сопротивления.

Двойной мост Томпсона

1. Измерьте с максимальной точностью значения сопротивлений образцовых резисторов и двух проволочных образцов, имеющих на рабочем месте.

2. Измерьте сопротивление медного провода, используя устройство с подвижными потенциальными контактами, имеющееся на рабочем месте. Измерения выполните как минимум для пяти различных длин образца, изменяя положение подвижных потенциальных контактов. Постройте график зависимости сопротивления проводника от его длины.

Измерьте диаметр проволоки микрометром как минимум в десяти разных точках.

Рассчитайте удельное сопротивление меди и сравните свой результат со справочным значением.

Контрольные вопросы

Какую температуру измеряет контактный датчик температуры (термометр сопротивления, термопара, ртутный термометр и т. д.)?

Лабораторная работа 5.1. Измерение скорости звука в воздухе методами бегущей волны

Содержание отчета

Отчет должен содержать экспериментальные данные и результаты обработки. Описать цель и ход выполнения измерений по всем заданиям.

Задания.

Измерение скорости звука методом бегущей волны

Измерение скорости потока воздуха по сдвигу фазы бегущей волны.

Контрольные вопросы.

1. Из каких физических соображений можно получить зависимость амплитуды волны источника от удаления приемника?
2. Каким другим способом можно измерить скорость потока воздуха, не прибегая к измерению параметров эллипса (Фигура Лиссажу)? Сравните точности.

Лабораторная работа 5.2. Измерение скорости звука в воздухе методом стоячей волны.

Содержание отчета

Отчет должен содержать экспериментальные данные и результаты обработки. Описать цель и ход выполнения измерений по всем заданиям.

Задания.

Определение скорости звука методом стоячих волн

Вариант 1 - метод перемещения приемника звука.

Вариант 2 - метод перемещения поршня.

Вариант 3 - метод изменения частоты.

Вариант 4 - метод перемещения приемника при открытой трубе.

Контрольные вопросы

1. Расстояние между узлами и пучностями одинаковое. Почему в задании предлагается измерять расстояние между узлами, а не пучностями?

Лабораторная работа 6. Измерение скорости звука в металлах методом соударения стержней.

Содержание отчета

Отчет должен содержать экспериментальные данные и результаты обработки. Описать цель и ход выполнения измерений по всем заданиям.

Задания.

1. Собрать схему установки и произвести настройку экспериментальной установки:
 - обеспечить соосность расположения стержней и возможность их центрального соударения;
 - обеспечить жёсткий механический контакт поверхности датчика со стержнем;
 - подобрать режимы работы осциллографа: необходимую чувствительность по входам 1 и 2, длительность развёртки, время опережения;

2. Измерить скорость распространения звука в стальных стержнях различной длины (различного соотношения L_1 / L_2).

Произвести **не менее 10 измерений** времени соударения и времени распространения звука по стержню L_1 . Построить графическую зависимость δt от длины стержня L_1 . Объяснить полученные результаты. По измеренным данным найти наилучшие значения скорости звука в металле, измеренные каждым из предложенных способов. Оценить погрешности измерений скорости звука.

3. Измерить скорость звука в различных металлических стержнях (алюминий, сталь, медь) при $L_1 = L_2$.

Результаты измерений величины C для различных металлов должны быть сведены в таблицу, включающую колонки:

- а) полученный результат (скорость звука в данном металле);
- б) оценки погрешностей измерения;
- в) табличное (справочное) значение соответствующей скорости.

4. Объясните различие результатов измерения скорости звука, полученных разными способами (по времени соударения и времени прохождения звуковой волны по стержню с пьезодатчиком).

Дополнительно. Предложите иной, третий способ измерения скорости звука в металлах с использованием данной установки. Проведите предложенным способом серию измерений скорости звука. Обработайте результаты измерений и сравните их с полученными ранее значениями скорости звука.

Контрольные вопросы

Цифровой осциллограф позволяет наблюдать на экране изменения сигналов обоих каналов, происходящие до поступления на вход 1 сигнала к запуску. Объясните, каким образом это происходит? Какой вид и амплитуду должен иметь сигнал, приходящий на первый канал осциллографа в эксперименте со стержнями?

Лабораторная работа 7. Измерение ускорения свободного падения.

Содержание отчета

Отчет должен содержать экспериментальные данные и результаты обработки. Описать цель, привести расчетные формулы и ход выполнения эксперимента по заданиям.

Задания.

1. С помощью регулировочных винтов выставьте направляющую трубку вертикально по отвесу. Установите максимально возможное расстояние между измерительными катушками L_1 и L_3 . Катушку L_2 поместите в среднее положение между L_1 и L_3 . Подайте сигнал с катушек на вход канала СН1 осциллографа.

2. Установка режима работы источника для намагничивающей цепи.

Соберите рабочую схему. Выполните установку режима работы источника согласно памятке, находящейся на рабочем столе. Вставьте магнитик в соленоид. Нажмите кнопку "Пуск", после чего на экране осциллографа отобразится зависимость наведенной в катушках ЭДС от времени.

3. При постоянных расстояниях между катушками проведите несколько измерений интервалов времени t_1 и t_2 , чтобы убедиться в оптимальности вида осциллограммы и повторяемости результатов.

4. Выполните необходимые серии измерений.

Контрольные вопросы

1. Какую информацию содержит форма импульса? Чем определяется амплитуда и длительность импульса?

2. Как влияет индукционный датчик на результат измерения?

3. Какие систематические погрешности присутствуют в данной схеме?

4. Предложите свой метод измерения ускорения свободного падения.

Лабораторная работа 8. Лабораторные работы № 8.1, 8.2. Измерение электрических величин в цепях постоянного и переменного тока.

Лабораторная работа 8.1. Измерение тока и напряжения в цепях постоянного тока

Содержание отчета

Отчет должен содержать экспериментальные данные и результаты обработки. Описать цель и ход выполнения измерений по всем заданиям.

Задания.

Задание 1. Знакомство с основными компонентами линейных цепей.

Задание 2. Режимы работы источника питания (БП)

Задание 3. Измерение тока и напряжения в цепях постоянного тока

Задание 4. Проверка законов Ома и Кирхгофа

Задание 5. Влияние входного сопротивления вольтметра на результаты измерения напряжения

Лабораторная работа 8.2. Измерения в цепях переменного тока.

Содержание отчета

Отчет должен содержать экспериментальные данные и результаты обработки. Описать цель и ход выполнения измерений по всем заданиям.

Задания.

Задание 1. Знакомство с основными компонентами линейных цепей.

Задание 2. Изучение генератора сигналов.

Задание 3. Согласование выхода генератора с нагрузкой

Задание 4. Цепи переменного тока с активными и реактивными элементами.

Задание 5. Измерение коэффициента амплитуды и формы сигналов

Лабораторная работа 9. Методы измерения температуры.

Содержание отчета

Отчет должен содержать экспериментальные данные и результаты обработки. Описать цель и ход выполнения измерений по всем заданиям.

Задания.

Задание 1. Регистрация зависимости ЭДС термопары от времени, её калибровка и определение коэффициента излучения олова

Задание 2. Изучение процесса теплопередачи в аморфных телах

Задание 3. Изучение зависимости сопротивления резистора от температуры

Контрольные вопросы

1. Что такое температура?

2. Какие методы измерения температуры используются?

3. Какие типы датчиков температуры используются в данной работе?

4. Что такое теплопередача?

5. Какие тела считаются твёрдыми?

6. В чём отличие кристаллических и аморфных тел?

7. Какой может быть ожидаемый вид зависимости температуры от времени: при нагревании, плавлении, последующего нагревания и охлаждения кристаллического и аморфного тела?

8. При каких условиях температуру можно считать постоянной во всех точках образца при его нагревании, плавлении, охлаждении и кристаллизации?

9. Что называют центром кристаллизации?

10. Назовите источники методических погрешностей.

Лабораторная работа 10. Датчики для цифровых и аналоговых измерений.

Содержание отчета

Отчет должен содержать экспериментальные данные и результаты обработки. Описать цель и ход выполнения измерений по всем выполненным заданиям.

Задания.

Работа 10.1. Датчики температуры

Работа 10.2. Тензометрические датчики

Работа 10.3. Датчики света

Работа 10.4. Магнитоэлектрические датчики

Работа 10.5. Датчики перемещения

Работа 10.6. Датчики вращения

Работа 10.7. Датчики давления

Работа 10.8. Датчики вибрации

Контрольные вопросы

1. Какие типы датчиков используются в данной работе?

2. Какие источники погрешностей измерений актуальны в данной работе?

3. Какие методы измерений используются в данной работе?

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы по дисциплине
«Измерительный практикум»
Направление: 03.03.02 Физика
Направленность (профиль): все профили**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного