

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт Физико-технологический
Кафедра Технической физики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



С.Т. Князев

« 18 » 06 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ


МЕТРОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Рекомендована учебно-методическим советом Физико-технологического института
для направлений подготовки и специальностей:

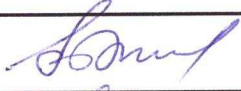
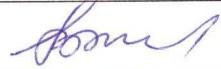
Код ОП	Направление/ Специальность	Направленность (профиль) программы магистратуры/ специализации	Номер учебного плана	Код дисциплины по учебному плану
14.05.01/02.01	Ядерные реакторы и материалы	Ядерные реакторы и материалы	5242	Б1.43

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Долгирев Ю.Е..	к.ф.-м. н.	доцент	технической физики	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):


№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Технической физики	26.04.2018	5	Токманцев В.И.	
2	Технической физики	26.04.2018	5	Токманцев В.И.	

Согласовано:

Начальник отдела проектирования образовательных
программ и организации учебного процесса


Р.Х Токарева

Председатель учебно-методического совета
Физико-технологического института
11.05.18, протокол № 9


В.В Зверев



1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ МЕТРОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
14.05.01	Ядерные реакторы и материалы	03.09.2015	956

1.1. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций:

Общекультурные компетенции (ОК) в соответствии с ФГОС ВО:

способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1).

Профессиональные компетенции (ПК):

научно-исследовательская деятельность:

способность использовать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, термодинамики, гидродинамики и тепломассопереноса в объеме достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза идей, творческого самовыражения (ПК-3);

способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПК-7).

проектная деятельность:

способность использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов и приборов, к сбору и анализу информационных исходных данных для проектирования приборов и установок (ПК-9);

готовность к разработке проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ (ПК-11);

способность к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям, требованиям безопасности и другим нормативным документам (ПК-12);

способность к подготовке исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа (ПК-14);

способность разрабатывать проекты технических условий, стандартов и технических описаний установок, материалов и изделий (ПК-18).

производственно-технологическая деятельность:

способностью к приемке и освоению вводимого оборудования, составлению инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний (ПК-24).

организационно-управленческая деятельность:

способность к выполнению работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов (ПК-34).

Дополнительные компетенции, согласованные с работодателями (ДОК, ДОПК, ДПК, ДППК):

понимание физико-химических основ технологических процессов (ДПК1);

умение проектировать и оптимизировать технологические процессы и оборудование (ДПК4);

владение основами конструирования (ДПК6);

способность оценки пределов допустимых отклонений в регламентах технологических процессов и надежности состояния оборудования (ДПК10);

умение разрабатывать методы технического контроля и испытания продукции (ДПК13).

1.2. Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать теоретические основы и методы реализации требований Государственной системы обеспечения единства измерений и Государственной системы стандартизации.

Уметь обрабатывать многократные измерения; правильно определять погрешности измерений.

Владеть практическими навыками обработки численных результатов измерений, измерения некоторых физических дисциплин.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

1. Пререквизиты	Нет
2. Кореквизиты*	-
3. Постреквизиты*	Физическая теория реакторов; Инженерные расчеты и проектирование ядерных установок; Взаимодействие излучения с веществом (дозиметрия).

1.4. Объем (трудоемкость) дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы, формы контроля	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего, час.	В т.ч. контактная работа (час.)*	7
1.	Аудиторные занятия, час.	102	102	102
2.	Лекции, час.	51	51	51
3.	Практические занятия, час.	0	0	0
4.	Лабораторные работы, час.	51	51	51
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации, час.	96	15,3	96
6.	Вид промежуточной аттестации	18	2,33	Экзамен,18
7.	Общая трудоемкость по учебному плану, час.	216	119,63	216

8.	Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	6	-	6
----	--	---	---	---

1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины

В процессе изучения дисциплины студентам предстоит познакомиться с основами стандартизации и метрологии. Содержание дисциплины модуля позволит студентам изучить основные понятия, связанные со средствами измерений, а также методы обработки результатов измерений. Также, изучение дисциплин модуля позволит студентам овладеть необходимыми знаниями и умениями для успешного использования метрологических основ измерений температуры и давления.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание*
P1	Сущность и содержание стандартизации. Сертификация.	Объекты и методы стандартизации. Нормативные документы по стандартизации и виды стандартов. Государственная система стандартизации. Международные организации по стандартизации. Сертификация, способы информирования о соответствии.
P2	Метрология	Общие сведения об измерениях и средствах измерения. Классификация измерений. Основные методы прямых измерений. Средства измерений, погрешности измерительных приборов. Классификация погрешностей. Статистические распределения и оценки их параметров. Параметры статистических распределений, оценки случайных величин, доверительный интервал. Обработка коротких рядов. Ошибка ошибки. Обработка результатов измерений. Обработка результатов прямых измерений. Прямые неравноточные измерения. Обработка результатов косвенных измерений. Обработка результатов совместных измерений: линейные уравнения измерений, нелинейные уравнения измерений.
P3	Измерение температуры	Понятие температуры. Единица измерения температуры, абсолютная термодинамическая шкала температур, идеально-газовая шкала температур, международная практическая температурная шкала (МПТШ), нормальные приборы реализации МПТШ. Средства измерения температуры. Жидкостно-стеклянные термометры. Манометрические термометры. Термоэлектрический метод измерения температур: физические основы термопар, способы подключения термопар к приборам, общие сведения о термопарах, изготовление термопар, измерение термоэдс. Термометры сопротивления (ТС): металлические термометры сопротивления, полупроводниковые термометры сопротивления. Методы измерения

		<p>сопротивления ТС. Источники ошибок при измерении температуры ТС.</p> <p>Беззондовые методы измерения температуры.</p> <p>Инфракрасное излучение и его визуализация.</p> <p>Тепловизор А320.</p> <p>Другие методы и приборы измерения температуры.</p>
P4	Измерение давления	<p>Понятие о давлении, единицы измерения. Жидкостные приборы давления: двухтрубный, чашечный (однотрубный) манометр. Систематические погрешности жидкостных манометров.</p> <p>Механические манометры: грузопоршневой, пружинный, мембранный. Принципы работы, диапазоны работы.</p> <p>Емкостной микроманометр: принцип работы, чувствительность, основные зависимости.</p> <p>Другие методы измерения давления</p>
P5	Получение и измерение вакуума	<p>Основные понятия о вакууме, диффузия газов в вакууме, теплопроводность газов в вакууме.</p> <p>Получение вакуума. Основное уравнение вакуумной техники, режимы течения газа в трубопроводах, время откачки вакуумной системы.</p> <p>Классификация и основные параметров вакуумных насосов.</p> <p>Форвакуумные насосы, газобалластные насосы.</p> <p>Диффузионные насосы: упрощенный расчет параметров, конструкции насосов, основные свойства рабочих жидкостей.</p> <p>Турбомолекулярный насос: принцип работы, конструкции, характеристики.</p> <p>Сорбционные насосы: адсорбционные, испарительные геттерные, магниторазрядные. Принципы работы, конструкции, характеристики.</p> <p>Криоконденсационный насос, принцип действия, конструкция, характеристики.</p> <p>Измерение вакуума. U-образный манометр, компрессионный манометр (манометр Мак-Леода), тепловые манометры, ионизационный манометр.</p>
P6	Измерение скоростей и расходов жидкостей и газов	<p>Кинематические методы измерения скорости.</p> <p>Динамические методы измерения скорости: газодинамические, термодинамические, магнитогидродинамические.</p> <p>Физические методы измерения скорости: электрические, методы, основанные на эффекте Доплера.</p> <p>Измерение расходов жидкостей и газов. Расходомеры переменного перепада давления, расходомеры, основанные на явлении ядерного магнитного резонанса.</p> <p>Измерение расхода многофазных сред.</p>
P7	Масс-спектрометрия	<p>Основные сведения о масс-спектрометрии. Разделение ионов в статическом масс-анализаторе. Основные характеристики масс-спектрометров. Источники ионов масс-спектрометров: ионизация электронным ударом, фотоионизация.</p>

		Приёмники ионов. Образование метастабильных ионов. Идентификация метастабильных ионов. Динамические масс–анализаторы: радиочастотный масс–анализатор Беннета, топатрон, время пролетный масс–спектрометр.
P8	Методы газового анализа	Методы газового анализа

3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (по формам обучения)

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

Номер раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1-3	Обработка данных в пакете «Статистика»	6
P3	4-8	Градуировка термопар	9
P3	8-12	Тепловизионные измерения	9
P4	13-15	Деформационные манометры и их поверка.	5
P4	15-18	Дифференциальный ёмкостной микроманометр с цифровым отсчётом	6
P5	19-22	Получение и измерение вакуума	8
P7	23-26	Расшифровка масс-спектра остаточных газов	8
Всего:			51

4.2. Практические занятия

не предусмотрено

4.3. Самостоятельная работа студентов

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.7. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

не предусмотрено

4.3.8. Примерный перечень тем контрольных работ

1. Параметры статистических измерений;
2. Оценки случайных величин;
3. Доверительный интервал;
4. Обработка коротких рядов измерений;
5. Ошибка ошибки.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

1. Классификация измерений;
2. Основные методы прямых измерений;
3. Средства измерения;
4. Погрешности измерительных приборов;
5. Классификация погрешностей.

4.3.10. Перевод иноязычной литературы
не предусмотрено

5 СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И
ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы										
		Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа
P1-P8	Методы активного обучения			*							*	*
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	*										
	Командная работа			*								

6 ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – 1.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – $k_{\text{лек.}} = 0.2$		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекционных занятий	7, 1-17 уч.нед.	20
Сдача контрольной работы	7, 4-9 уч.нед.	80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – $k_{\text{тек.лек.}} = 0,4$		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – $k_{\text{пром.лек.}} = 0,6$		
2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости результатов – $k_{\text{прак.}} = 0.8$		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение лабораторных занятий	7, 2-17 уч.нед.	70
Сдача коллоквиума	7, 4-8 уч.нед.	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – (не предусмотрено)		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы - не предусмотрены

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
<i>Семестр 7</i>	<i>к сем. 7=1</i>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Преображенский, Виктор Павлович. Теплотехнические измерения и приборы : [учебник для специальности "Автоматизация теплоэнергет. процессов"] / В. П. Преображенский .— 3-е изд., перераб .— Москва : Энергия, 1978 .— 703 с. — 2.20. 57 экз
2. Розанов, Леонид Николаевич. Вакуумная техника : Учебник для вузов по спец. "Электрон. машиностроение" .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 1990 .— 319 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 314 (11 назв.). Предм. указ.: с. 315-317. — допущено в качестве учебника .— ISBN 5-06-000479-1 : 1.00. 25 экз

7.1.2. Дополнительная литература

1. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для студентов учреждений высшего образования по немашиностроительным направлениям подготовки / [В. В. Алексеев, Б. Я. Авдеев, Е. М. Антонюк и др.] ; под ред. В. В. Алексеева .— Москва : Академия, 2014 .— 368 с. : ил., табл. — (Высшее образование. Бакалавриат : безопасность жизнедеятельности) .— Авт. указаны в вып. дан. — Библиогр.: с. 362-363 .— ISBN 978-5-4468-0371-2. 5 экз
2. Кайнова, В.Н. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Кайнова, Т.Н. Гребнева, Е.В. Тесленко, Е.А. Куликова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 368 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/61361> >.
3. Воробьева, Г.Н. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Н. Воробьева, И.В. Муравьева. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2015. — 108 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/69774> >.

7.1.3. Методические разработки

1. Долгирев Ю.Е. Метрология и измерение физических параметров учеб. пособие / Екатеринбург: УрФУ, 2010. 183 с.
2. Долгирев Ю.Е. Измерение физических параметров учеб. пособие / Екатеринбург: УрФУ, 2012. 111 с.
3. Градуировка термодпар: методические указания к лабораторной работе № 14 / сост. Ю.Е. Долгирев, В.И. Токманцев, В.Е. Атанов. Екатеринбург : УГТУ–УПИ, 2007. 22с.
4. Расшифровка масс–спектра остаточных газов методические указания к лабораторной работе № 10 / сост. Б.А.Калинин, О.Е.Александров, В.Е. Атанов. Екатеринбург : УГТУ–УПИ, 2002. 21с.
5. Измерение физических параметров: методические указания к лабораторным работам № 12, № 13 / сост. Ю.Е. Долгирев, С.Т. Барашкин Екатеринбург : УГТУ–УПИ, 2006. 34 с.
6. Деформационные манометры и их поверка: методические указания к

лабораторной работе № 11 / сост. Ю.Е. Долгирев, В.Е. Атанов. Екатеринбург : УРФУ, 2010. 23с.

7. Тепловизионные измерения методические указания к лабораторной работе № 15 / сост. М.Ш. Гадельшин, Ю.Е. Долгирев, Екатеринбург: УРФУ, 2010. 37с.

7.2. Программное обеспечение

не используется

7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационно-справочные и поисковые системы

1. Википедия – свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. Зональная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru>
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека: <http://www.gpntb.ru>

7.4. Электронные образовательные ресурсы

не используется

7.5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Обучение проводится последовательно путем чтения лекций с углублением и закреплением полученных знаний в ходе самостоятельной работы с последующим переводом знаний в умения в ходе контрольных и лабораторных занятий. На лекциях излагаются лишь основные, имеющие принципиальное значение и наиболее трудные для понимания и усвоения вопросы. Теоретические знания, полученные студентами на лекциях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются на контрольных и лабораторных занятиях.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.

	репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий: «не предусмотрено»

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Измеряя длину сторон прямоугольника, определяют его площадь F . По разбросу значений этих размеров установлено, что СКО составляет 0.01 %. Каково СКО в величине F ?
2. Если к одному концу проволочного подвеса радиусом r и длиной l приложен момент сил C , то угол закручивания подвеса φ определяется выражением:

$$\varphi = \frac{2 \cdot l \cdot c}{\pi \cdot n \cdot r^4},$$

где n – модуль упругости материала проволоки.

Из опыта получено: $\varphi/c = 4.00 + 0.12 \text{ рад} \cdot \text{н}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$; $r = 1.00 + 0.02 \text{ мм}$;

$l = 500 + 1 \text{ мм}$.

Вычислите модуль упругости n и соответствующее СКО.

3. Коэффициент теплопроводности меди λ при 0°C равен $385.0 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$. В результате большого числа измерений величины λ получено гауссово распределение с СКО $\sigma = 15.0 \text{ Вт} \cdot \text{м} \cdot \text{К}^{-1}$. Расположите в порядке уменьшения вероятности нахождения λ в следующих интервалах: $385.0 - 385.2$; $384.9 - 385.1$; $386.2 - 384.4$; $386.0 - 386.2$; $400.0 - 400.2$; $380.0 - 390.0$; $375.0 - 395.0$; $370.0 - 400.0$.
4. Определите число значащих цифр, если при 30-кратном измерении величины получено $\bar{A} = 1.67105$; $S_{\bar{A}} = 0.01069$.
5. При десятикратном измерении случайной величины получено: $\bar{A} = 1.49$; $S_{\bar{A}} = 0.30$. Какова предельная погрешность для доверительной вероятности 0.7; 0.8; 0.95?
6. В следующих примерах величина Z – функция независимо измеренных величин A, B, C, D . Вычислите Z и среднеквадратичную ошибку $S_{\bar{Z}}$ по заданным значениям $\bar{A} + S_{\bar{A}}$; $\bar{B} \pm S_{\bar{B}}$. Вычислите также систематическую составляющую погрешности результата ξ_Z :

а) $Z = A \times B^2 (2C/D)^{1/2}$

$A = 0.99 \pm 0.01$; $B = 1.00 \pm 0.01$;

$C = (6 \times 10^6 + 0.15) \times 10^6$; $D = 1.0 \pm 0.1$

б) $Z = 4A / \pi B^2 C$

$A = 0.100 \pm 0.002$; $B = 0.020 \pm 0.001$;

$C = 0.025 \pm 0.001$;

в) $Z = 6A^{3/2}$

$A = 100 \pm 8$;

г) $Z = e^{AB}$

$A = 4.0 \pm 0.1$; $B = 0.25 \pm 0.05$;

ж) $Z = A - 2B$

$A = 100 \pm 3$; $B = 40 \pm 2$;

з) $Z = A \ln B$

$A = 20.00 \pm 0.06$; $B = 100 \pm 2$;

и) $Z = 1 - 1/A$

$A = 40 \pm 2$.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

«не предусмотрено»

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

«не предусмотрено»

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Сущность и содержание стандартизации и сертификации.
2. Метрология, обеспечение единства измерений.
3. Средства измерения, погрешности измерительных приборов.
4. Статистические распределения и оценки их параметров.
5. Доверительный интервал, доверительные вероятности.
6. Обработка коротких рядов измерений.
7. Точность вычислений, ошибка ошибки..
8. Обработка результатов прямых измерений.
9. Обработка результатов косвенных измерений.
10. Как получена абсолютная термодинамическая шкала температур?
11. Идеально - газовая шкала температур.
12. Международная практическая температурная шкала (МПТШ).

13. Жидкостно-стеклянные термометры.
14. Манометрические термометры.
15. Физические основы теории термопар.
16. Общие сведения о термопарах.
17. Измерение ТЭДС компенсационным методом.
18. Потенциометр постоянного тока, его элементы.
19. Нуль-гальванометр, его особенности и вывод уравнения измерения.
20. Методы реализации переменного сопротивления в компенсационной схеме.
21. Принцип работы металлического термометра сопротивления (ТС).
22. Принцип работы полупроводникового термометра сопротивления.
23. Методы измерения сопротивления у ТС.
24. Из чего изготавливаются эталонные термометры сопротивления?
25. Источники ошибок при измерении температуры ТС.
26. Беззондовые методы измерения температуры.
27. Инфракрасное излучение и его визуализация.
28. Тепловизор А320.
29. Понятие о давлении, единицы измерения.
30. Жидкостные приборы давления.
31. Чашечный (однотрубный) манометр.
32. Систематические погрешности жидкостных манометров.
33. Грузопоршневой манометр.
34. Пружинные манометры, пружина бурдона, принцип действия.
35. Мембранные манометры.
36. Емкостной микроманометр, принцип действия.
37. Вывод формулы чувствительности для емкостного манометра.
38. Поправка на прогиб, экспериментальное определение её.
39. Зависимость частоты колебательного контура микроманометра от разных параметров (Δl , ΔP).
40. От каких параметров зависит чувствительность емкостного микроманометра?
41. Другие методы измерения давления.
42. Основные понятия о вакууме.
43. Диффузия газов в вакууме.
44. Теплопроводность газов в вакууме.
45. Основное уравнение вакуумной техники.
46. Режимы течения газа в трубопроводах.
47. Время откачки вакуумной системы.
48. Классификация и основные параметры вакуумных насосов.
49. Форвакуумные насосы (насосы объёмной откачки).
50. Газобалластные насосы.
51. Пароструйные насосы.
52. Диффузионные насосы.
53. Упрощенный расчет параметров диффузионного насоса.
54. Конструкции диффузионных насосов.
55. Турбомолекулярный насос.
56. Сорбционные насосы.
57. Криоконденсационные насосы.
58. Измерение вакуума.
59. Компрессионный манометр (манометр Мак-Леода).
60. Тепловые манометры.
61. Ионизационный манометр.
62. Кинематические методы измерения скорости.
63. Газодинамические методы.

64. Термодинамические методы.
65. Магнитогидродинамические методы.
66. Физические методы: электрические методы, основанные на эффекте Доплера.
67. Измерение расходов жидкостей и газов.
68. Расходомеры переменного перепада давления.
69. Расходомеры, основанные на явлении ядерного магнитного резонанса (ЯМР – расходомеры).
70. Измерение расхода многофазных сред
71. Основные сведения о масс-спектрометрии (МС).
72. Разделение ионов в статическом масс-анализаторе.
73. Основные характеристики масс-спектрометров.
74. Источники ионов масс-спектрометров.
75. Приемники ионов.
76. Образование метастабильных ионов.
77. Радиочастотный масс-анализатор Беннета.
78. Топатрон.
79. Времяпролетный масс-спектрометр.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры

не используются

8.3.9. Примерные задания в составе коллоквиума

В рамках коллоквиума предусмотрен письменный ответ студента на один из вопросов по выбранной тематике из списка тем, указанных в п.4.3.9. Например, вопрос: классификация измерений. В процессе ответа студент должен привести классификацию с точки зрения измерений и методики. Объяснить значение каждой группы и привести примеры.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекции и лабораторные работы проводятся в аудиториях Ф-112, Ф-114, оснащенных доской, проектором с использованием мобильного компьютера (ноутбука) и экраном для демонстрации учебных материалов. Аудитория Ф-112 оборудована необходимыми лабораторными стендами для проведения занятий.

10. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания кафедры	Дата заседания кафедры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений