

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана ФМАТ

В.И. Ряжских

«31» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Физические основы измерений и эталоны»

Направление подготовки 27.03.01 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ

Профиль Стандартизация и сертификация

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2016

Автор программы

Миленин А.В.

Заведующий кафедрой  
Материаловедения и  
физики металлов

Жиляков Д.Г.

Руководитель ОПОП

Юрьев В.А.

Воронеж 2017

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

получение студентами основных научно-практических знаний о современном мировоззрении на физическую картину мира и получения данных об объектах, о физических явлениях, лежащих в основе измерений и создания эталонов.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

формирование у студентов знаний фундаментальных естественно-научных основ измерительной техники и метрологии, подготовка специалиста к решению вопросов метрологического обеспечения разработки, производства и эксплуатации промышленной продукции в условиях постоянной и закономерной смены поколений средств, методов и элементной базы измерительной техники, создаваемых на новых физических принципах; изменения профиля производства или направления профессиональной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физические основы измерений и эталоны» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	<b>Знать:</b> различные системы измерений и связь между ними критерии подобия постоянные необратимые изменения во Вселенной и стабильность фундаментальных физических постоянных фундаментальный источник погрешностей о несоответствии параметров макро и микро мира требованиям современной метрологии и условия стабильности проведения измерений принципы получения данных для составления научных обзоров и публикаций, функции преобразования при использовании различных физических явлений для решения инженерных проблем

	физические эффекты, положенные в основу создания эталонов, эталоны мер и весов основных физических величин, принципы создания эталонов
	Уметь: использовать условия стабильности параметров для измерений технически обеспечивать инженерные решения проблемы передачи стабильности объектов использовать знания о физических эффектах при измерениях, о применении эталонов
	Владеть: навыками обеспечения стабильности измерений, построения статических характеристик различных преобразователей для проведения научных исследований, использования эталонной техники

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	90	90
<b>Курсовая работа</b>	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	18	18
В том числе:		
Лекции	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
<b>Самостоятельная работа</b>	153	153
<b>Курсовая работа</b>	+	+

<b>Контрольная работа</b>	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Теории размерностей и подобия	Основы теории подобия Подобные явления и подобные преобразования Инвариантность уравнений по отношению к подобным преобразованиям. Анализ размерностей. Первичные и вторичные величины Структура определительных уравнений. Размерность. Формулы размерности	6	4	14	24
2	Современная физическая картина мира	Материя и движение. Свойства объектов и явлений материального мира. Тепловые свойства макромира. Механические свойства макромира. Электрические свойства макромира. Магнитные свойства макромира. Оптические свойства макромира	6	4	14	24
3	Основные физические законы, лежащие в основе преобразований физических величин при измерениях.	Константы макромира. Константы микромира. Константы, используемые при переходе от свойств микромира к свойствам макромира. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга-Пти. Теплоемкость металлов, учет вклада свободных электронов Упругость. Закон Гука. пластические свойства тел Электропроводность металлов и полупроводников, жидкостей и газов. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость. Природа диамагнетизма, парамагнетизма, ферромагнетизма, антиферромагнетизма и ферримагнетизма. Взаимодействие света с твердым телом. Внешний и внутренний фотоэффект. Поглощение и отражение света. Ускорение при свободном падении. Скорость света. Нулевая термодинамическая температура и точки фазовых переходов. Другие константы макромира. Масса и заряд электрона. Гиромагнитное отношение электрона и протона. Квант магнитного потока. Постоянная фон-Клитцинга. Постоянная тонкой структуры. Гравитационная постоянная. Постоянная Планка. Постоянная Больцмана. Число Авогадро.	6	4	14	24
4	Источники погрешностей и условия стабильности измерений	Классификация источников погрешностей Неопределенность измерений Энтропийность измерений	6	2	16	24
5	Фундаментальные физические законы при создании эталонов	Квантовые переходы. Использование квантовых переходов между энергетическими уровнями электронов для воспроизведения единиц времени, частоты и длины. Эффекты Холла и Джозефсона. Высокотемпературная сверхпроводимость. Явление сверхпроводимости. Интерференция электромагнитных волн. Интерференция света. Электромагнитная индукция. Закон	12	4	32	48

		<p>электромагнитной индукции.</p> <p>Использование высокотемпературной сверхпроводимости для реализации переходов Холла и Джозефсона. Использование переходов Холла и Джозефсона в измерительной технике.</p> <p>Измерение сверхнизких температур сверхпроводящим термошумовым датчиком на основании уравнения Найквиста.</p> <p>Квадратичный электрооптический эффект Керра. Линейные электрооптические продольный и поперечный эффекты Поккельса. Резонансные явления на квантовом уровне.</p> <p>Магнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Метод ядерного резонансного поглощения. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Эффект Зеемана. Ядерный гамма-резонанс. Эффект Мессбауэра. ЯГР-виброметры. Ядерный квадрупольный резонанс. ЯКР-термометры.</p>				
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>90</b>	<b>144</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Теории размерностей и подобия	<p>Основы теории подобия</p> <p>Подобные явления и подобные преобразования</p> <p>Инвариантность уравнений по отношению к подобным преобразованиям.</p> <p>Анализ размерностей.</p> <p>Первичные и вторичные величины</p> <p>Структура определительных уравнений.</p> <p>Размерность. Формулы размерности</p>	2	2	24	28
2	Современная физическая картина мира	<p>Материя и движение. Свойства объектов и явлений материального мира. Тепловые свойства макромира. Механические свойства макромира. Электрические свойства макромира. Магнитные свойства макромира. Оптические свойства макромира</p>	2	2	26	30
3	Основные физические законы, лежащие в основе преобразований физических величин при измерениях.	<p>Константы макромира. Константы микромира.</p> <p>Константы, используемые при переходе от свойств микромира к свойствам макромира.</p> <p>Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга-Пти.</p> <p>Теплоемкость металлов, учет вклада свободных электронов</p> <p>Упругость. Закон Гука. пластические свойства тел</p> <p>Электропроводность металлов и полупроводников, жидкостей и газов. Поляризация диэлектриков.</p> <p>Диэлектрическая проницаемость.</p> <p>Природа диамагнетизма, парамагнетизма, ферромагнетизма, антиферромагнетизма и ферримагнетизма.</p> <p>Взаимодействие света с твердым телом. Внешний и внутренний фотоэффект. Поглощение и отражение света.</p> <p>Ускорение при свободном падении. Скорость света.</p> <p>Нулевая термодинамическая температура и точки фазовых переходов. Другие константы макромира.</p> <p>Масса и заряд электрона. Гиромагнитное отношение электрона и протона. Квант магнитного потока. Постоянная фон-Клитцинга. Постоянная тонкой структуры. Гравитационная постоянная.</p> <p>Постоянная Планка. Постоянная Больцмана. Число Авогадро.</p>	2	2	26	30
4	Источники погрешностей и условия стабильности измерений	<p>Классификация источников погрешностей</p> <p>Неопределенность измерений</p> <p>Энтропийность измерений</p>	2	-	26	28
5	Фундаментальные физические законы при создании эталонов	<p>Квантовые переходы. Использование квантовых переходов между энергетическими уровнями электронов для воспроизведения единиц времени, частоты и длины. Эффекты Холла и Джозефсона.</p>	4	-	51	55

	<p>Высокотемпературная сверхпроводимость. Явление сверхпроводимости. Интерференция электромагнитных волн. Интерференция света. Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции.</p> <p>Использование высокотемпературной сверхпроводимости для реализации переходов Холла и Джозефсона. Использование переходов Холла и Джозефсона в измерительной технике. Измерение сверхнизких температур сверхпроводящим термощумовым датчиком на основании уравнения Найквиста.</p> <p>Квадратичный электрооптический эффект Керра. Линейные электрооптические продольный и поперечный эффекты Погкельса. Резонансные явления на квантовом уровне.</p> <p>Магнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Метод ядерного резонансного поглощения. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Эффект Зеемана. Ядерный гамма-резонанс. Эффект Мессбауэра. ЯГР-виброметры. Ядерный квадрупольный резонанс. ЯКР-термометры.</p>				
<b>Итого</b>		<b>12</b>	<b>6</b>	<b>153</b>	<b>171</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Расчет теплоемкости металлических материалов
2. Расчет удельной электропроводности материалов
3. Влияние температуры и структуры материала на удельную электропроводность
4. Исследование оптических характеристик материалов. Внутренний фотоэффект в полупроводниковых материалах.
5. Полупроводниковые фотоэлектрические преобразователи. Основные характеристики.
6. Прямой и обратный пьезоэффект.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 5 семестре для очной формы обучения, в 5 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы:

***Эталоны физических величин.***

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- систематизировать, закрепить и расширить теоретические знания по дисциплинам;
- развить навыки ведения самостоятельной работы и овладения методикой исследовательской деятельности;
- развить умение работать с информацией;
- освоить современные методы организационного, правового и экономического анализа, оценки, сравнения, выбора и обоснования

предлагаемых решений;

- развить умения делать обобщения, выводы, определять направления и тенденции развития предмета исследования;
- развить навыки оформления письменных работ;
- развить навыки презентации результатов выполненных исследований и расчетов.

Курсовая работа включает в себя расчетно-пояснительную записку.

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение контрольной работы в 5 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика контрольной работы:

*История открытия физической величины.*

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ОПК-1	<b>Знать:</b> различные системы измерений и связь между ними критерии подбора постоянные необратимые изменения во Вселенной и стабильность фундаментальных физических постоянных фундаментальный источник погрешностей о несоответствии параметров макро и микро мира требованиям современной метрологии и условия стабильности проведения измерений принципы получения	укажите критерий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	данных для составления научных обзоров и публикаций, функции преобразования при использовании различных физических явлений для решения инженерных проблем физические эффекты, положенные в основу создания эталонов, эталоны мер и весов основных физических величин, принципы создания эталонов			
	Уметь: использовать условия стабильности параметров для измерений технически обеспечивать инженерные решения проблемы передачи стабильности объектов использовать знания о физических эффектах при измерениях, о применении эталонов	укажите критерий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: навыками обеспечения стабильности измерений, построения статических характеристик различных преобразователей для проведения научных исследований, использования эталонной техники	укажите критерий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, 5 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;  
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	<p><b>Знать:</b> различные системы измерений и связь между ними критерии подобия постоянные необратимые изменения во Вселенной и стабильность фундаментальных физических постоянных фундаментальный источник погрешностей о несоответствии параметров макро и микро мира требованиям современной метрологии и условия стабильности проведения измерений принципы получения данных для составления научных обзоров и публикаций, функции преобразования при использовании различных физических явлений для решения инженерных проблем физические эффекты, положенные в основу создания эталонов, эталоны мер и весов основных физических величин, принципы создания эталонов</p>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<p><b>Уметь:</b></p>	Решение	Задачи	Продемонстр	Продемонстр	Задачи не

использовать условия стабильности параметров для измерений технически обеспечивать инженерные решения проблемы передачи стабильности объектов использовать знания о физических эффектах при измерениях, о применении эталонов	стандартных практических задач	решены в полном объеме и получены верные ответы	ирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	ирован верный ход решения в большинстве задач	решены
Владеть: навыками обеспечения стабильности измерений, построения статических характеристик различных преобразователей для проведения научных исследований, использования эталонной техники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Задание №1 (*выберите один вариант ответа*)

Укажите, какое выражение отсутствует в определении термина «измерение»:

- а) нахождение значения физической величины опытным путём;
- б) нахождение соотношения измеряемой величины с её единицей;
- в) совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины;
- г) получение значения измеряемой величины.

Задание №2 (*выберите один вариант ответа*)

Определение объёма цистерны путём измерения её диаметра и длины называется:

- а) прямым измерением;
- б) косвенным измерением;
- в) совокупным измерением;

г) совместным измерением.

Задание №3 (*выберите один вариант ответа*)

Определение взаимной индуктивности двух катушек по результатам измерения их индуктивностей называется:

- а) прямым измерением;
- б) косвенным измерением;
- в) совокупным измерением;
- г) совместным измерением.

Задание №4 (*выберите один вариант ответа*)

Измерение диаметра вала  $d = 10$  мм микрометром гладким с диапазоном измерения 0...25 мм производится:

- а) методом непосредственной оценки;
- б) дифференциальным методом сравнения с мерой;
- в) методом измерения дополнением;
- г) нулевым методом непосредственной оценки.

Задание №5 (*выберите один вариант ответа*)

Укажите, какое выражение содержится в определении термина «методика выполнения измерений»:

- а) совокупность приёмов сравнения измеряемой величины с её единицей;
- б) совокупность операций и правил при измерении;
- в) совокупность методов, применяемых при измерении физической величины заданного размера;
- г) совокупность операций по применению технических средств измерений.

Задание №6 (*выберите один вариант ответа*)

Наличие отсчётного устройства – основная отличительная особенность:

- а) измерительного преобразователя;
- б) измерительного прибора;
- в) измерительной установки;
- г) магазина мер.

Задание №7 (*выберите один вариант ответа*)

Контроль диаметра вала калибром-скобой относится к контролю:

- а) по шкале порядка;
- б) по шкале интервалов;
- в) по шкале отношений;
- г) к измерительному контролю.

Задание №8 (*выберите несколько вариантов ответа*)

Контроль диаметра вала рычажной скобой относится к контролю:

- а) по шкале порядка;
- б) по шкале интервалов;
- в) по шкале отношений;
- г) к измерительному контролю.

Задание №9 (*выберите один вариант ответа*)

Если контроль производится в случайные интервалы времени, а его продолжительность заранее не определена, он называется:

- а) инспекционным контролем;
- б) подвижным контролем;
- в) выборочным контролем;
- г) летучим контролем.

Задание №10 (*выберите один вариант ответа*)

Если контроль производится на рабочем месте исполнителем работы (рабочим, оператором, наладчиком), он называется:

- а) самоконтролем;
- б) контролем качества мастером;
- в) приёмочным контролем качества;
- г) инспекционным контролем.

Задание №11 (*выберите один вариант ответа*)

Отличительной особенностью средства контроля является:

- а) наличие вспомогательных устройств для закрепления объекта контроля;
- б) наличие каналов связи с центром обработки информации;
- в) наличие сравнивающего устройства;
- г) наличие отсчётного устройства.

Задание №12 (*выберите один вариант ответа*)

Средства контроля шариков подшипников качения, позволяющие проводить сборку подшипников с шариками почти одинакового размера, называются:

- а) средствами контроля однодиапазонной сортировки;
- б) средствами контроля двухдиапазонной сортировки;
- в) средствами контроля многодиапазонной сортировки;
- г) средствами активного контроля.

Задание №13 (*выберите несколько вариантов ответа*)

К метрологическим характеристикам измерительного преобразователя относятся:

- а) функция преобразования;
- б) чувствительность;
- в) цена деления шкалы;
- г) разрядность цифрового кода отсчётного устройства.

Задание №14 (*выберите один вариант ответа*)

Порог чувствительности измерительного преобразователя – это его метрологическая характеристика, относящаяся к группе:

- а) динамических характеристик средства измерений;
- б) характеристик чувствительности средства измерений к влияющим факторам;
- в) характеристик, предназначенных для определения результата измерений;
- г) характеристик погрешностей средства измерений.

Задание №15 (*выберите один вариант ответа*)

Наличие отсчётного устройства – это главная отличительная особенность:

- а) измерительного прибора;
- б) измерительного преобразователя;
- в) измерительной установки;
- г) любого средства измерений.

Задание №16 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, который непосредственно воспринимает измеряемую физическую величину и преобразует её в сигнал измерительной информации, называется:

- а) генераторным;
- б) параметрическим;
- в) масштабным;
- г) первичным.

Задание №17 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, который преобразует один размер физической величины в другой размер этой же физической величины (не изменяя её сущности), называется:

- а) генераторным;
- б) параметрическим;
- в) масштабным;
- г) первичным.

Задание №18 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, выходной величиной которого является ЭДС, сила тока или электрический заряд, называется:

- а) генераторным;
- б) параметрическим;
- в) масштабным;
- г) первичным.

Задание №19 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, активное электрическое сопротивление которого непрерывно изменяется под действием линейного перемещения скользящего контакта, называется:

- а) проволочным реостатным преобразователем;
- б) реохордом;
- в) преобразователем контактного сопротивления;
- г) электроконтактным преобразователем.

Задание №20 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, активное электрическое сопротивление которого изменяется под действием деформации, называется:

- а) реостатным преобразователем;
- б) тензорезистивным преобразователем;
- в) электроконтактным преобразователем;
- г) терморезистивным преобразователем.

Задание №21 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, в котором используется эффект уменьшения сопротивления полупроводников при увеличении температуры, называется:

- а) терморезистором;
- б) позистором;
- в) варистором;
- г) термистором.

Задание №22 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, в котором используется эффект Гаусса, называется:

- а) магниторезистивным преобразователем;
- б) магнитоэлектрическим преобразователем;
- в) электромагнитным преобразователем;
- г) магнитодинамическим преобразователем.

Задание №23 (*выберите один вариант ответа*)

Электромагнитный измерительный преобразователь, индуктивность которого зависит от интенсивности сжатия сердечника, называется:

- а) индуктивным преобразователем;
- б) магнитоупругим преобразователем;
- в) индукционным преобразователем;
- г) трансформаторным преобразователем.

Задание №24 (*выберите несколько вариантов ответа*)

Входной величиной ёмкостного измерительного преобразователя может быть:

- а) расстояние между обкладками конденсатора;

- б) абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума;
- в) относительная диэлектрическая проницаемость;
- г) суммарная площадь поверхностей двух обкладок конденсатора.

Задание №25 (*выберите один вариант ответа*)

Входной величиной термопары является:

- а) температура;
- б) разность температур;
- в) абсолютная температура;
- г) температура окружающей среды.

Задание №26 (*выберите один вариант ответа*)

Выходной величиной индукционного преобразователя является:

- а) сила тока;
- б) индуктивность;
- в) постоянная ЭДС;
- г) переменная ЭДС.

Задание №27 (*выберите один вариант ответа*)

При включении фотодиодов в измерительные цепи средств измерений концентрации растворов или газов наиболее широко применяют:

- а) фотогенераторную схему включения;
- б) фотодиодную схему включения;
- в) трёхпроводную схему включения;
- г) четырёхпроводную схему включения.

Задание №28 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, в котором используется эффект Холла, называется:

- а) магнитоэлектрическим преобразователем;
- б) электромагнитным преобразователем;
- в) магниторезистивным преобразователем;
- г) преобразователем магнитной индукции.

Задание №29 (*выберите один вариант ответа*)

Выходной величиной гальванического измерительного преобразователя является:

- а) сила тока;
- б) индуктивность;
- в) постоянная ЭДС;
- г) переменная ЭДС.

Задание №30 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, в котором происходит преобразование динамической нагрузки в электрический заряд, называется:

- а) электростатическим преобразователем;
- б) преобразователем Холла;
- в) пьезоэлектрическим преобразователем;
- г) тензорезистивным преобразователем.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задание №1 (*выберите один вариант ответа*)

Приём сравнения измеряемой физической величины с её единицей называется:

- а) принципом измерений;
- б) способом измерений;
- в) методом измерений;
- г) видом измерений

Задание №2 (*выберите один вариант ответа*)

Определение силы тока амперметром называется:

- а) прямым измерением;
- б) косвенным измерением;
- в) совокупным измерением;
- г) совместным измерением.

Задание №3 (*выберите один вариант ответа*)

Определение температурного коэффициента сопротивления производится в результате:

- а) прямых измерений;
- б) косвенных измерений;
- в) совокупных измерений;
- г) совместных измерений.

Задание №4 (*выберите один вариант ответа*)

Измерение сопротивления резистора мостом постоянного тока МО-62 производится:

- а) методом непосредственной оценки;
- б) дифференциальным методом сравнения с мерой;
- в) методом измерения дополнением;
- г) нулевым методом сравнения с мерой.

Задание №5 (*выберите один вариант ответа*)

Укажите, какое выражение содержится в определении термина «методика выполнения измерений»:

- а) совокупность приёмов сравнения измеряемой величины с её единицей;
- б) совокупность операций и правил при измерении;

в) совокупность методов, применяемых при измерении физической величины заданного размера;

г) совокупность операций по применению технических средств измерений.

Задание №6 (*выберите один вариант ответа*)

При изменении напряжения на 10 вольт указатель вольтметра отклонился на угол 30 градусов. Чувствительность этого вольтметра составляет...

а) 0,33 вольта/градус;

б) 3 градуса/вольт;

в) 300 градус·вольт;

г) недостаточно данных.

Задание №7 (*выберите один вариант ответа*)

Контроль диаметра отверстия калибром-пробкой относится к контролю:

а) по шкале порядка;

б) по шкале интервалов;

в) по шкале отношений;

г) к измерительному контролю.

Задание №8 (*выберите несколько вариантов ответа*)

Контроль диаметра вала рычажной скобой относится к контролю:

а) по шкале порядка;

б) по шкале интервалов;

в) по шкале отношений;

г) к измерительному контролю.

Задание №9 (*выберите один вариант ответа*)

Если контроль производится в случайные интервалы времени, а его продолжительность заранее не определена, он называется:

а) инспекционным контролем;

б) подвижным контролем;

в) выборочным контролем;

г) летучим контролем.

Задание №10 (*выберите один вариант ответа*)

Если контроль производится на рабочем месте исполнителем работы (рабочим, оператором, наладчиком), он называется:

а) самоконтролем;

б) контролем качества мастером;

в) приёмочным контролем качества;

г) инспекционным контролем.

Задание №11 (*выберите один вариант ответа*)

Отличительной особенностью средства контроля является:

- а) наличие вспомогательных устройств для закрепления объекта контроля;
- б) наличие каналов связи с центром обработки информации;
- в) наличие сравнивающего устройства;
- г) наличие отсчётного устройства.

Задание №12 (*выберите один вариант ответа*)

Средства контроля шариков подшипников качения, позволяющие проводить

сборку подшипников с шариками почти одинакового размера, называются:

- а) средствами контроля однодиапазонной сортировки;
- б) средствами контроля двухдиапазонной сортировки;
- в) средствами контроля многодиапазонной сортировки;
- г) средствами активного контроля.

Задание №13 (*выберите несколько вариантов ответа*)

К метрологическим характеристикам измерительного преобразователя относятся:

- а) функция преобразования;
- б) чувствительность;
- в) цена деления шкалы;
- г) разрядность цифрового кода отсчётного устройства.

Задание №14 (*выберите один вариант ответа*)

Порог чувствительности измерительного преобразователя – это его метрологическая характеристика, относящаяся к группе:

- а) динамических характеристик средства измерений;
- б) характеристик чувствительности средства измерений к влияющим факторам;
- в) характеристик, предназначенных для определения результата измерений;
- г) характеристик погрешностей средства измерений.

Задание №15 (*выберите один вариант ответа*)

Наличие отсчётного устройства – это главная отличительная особенность:

- а) измерительного прибора;
- б) измерительного преобразователя;
- в) измерительной установки;
- г) любого средства измерений.

Задание №16 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, который непосредственно воспринимает измеряемую физическую величину и преобразует её в сигнал

измерительной информации, называется:

- а) генераторным;
- б) параметрическим;
- в) масштабным;
- г) первичным.

Задание №17 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, который преобразует один размер физической величины в другой размер этой же физической величины (не изменяя её сущности), называется:

- а) генераторным;
- б) параметрическим;
- в) масштабным;
- г) первичным.

Задание №18 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, выходной величиной которого является ЭДС, сила тока или электрический заряд, называется:

- а) генераторным;
- б) параметрическим;
- в) масштабным;
- г) первичным.

Задание №19 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, активное электрическое сопротивление которого непрерывно изменяется под действием линейного перемещения скользящего контакта, называется:

- а) проволочным реостатным преобразователем;
- б) реохордом;
- в) преобразователем контактного сопротивления;
- г) электроконтактным преобразователем.

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

Задание №20 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, активное электрическое сопротивление которого изменяется под действием деформации, называется:

- а) реостатным преобразователем;
- б) тензорезистивным преобразователем;
- в) электроконтактным преобразователем;
- г) терморезистивным преобразователем.

Задание №21 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, в котором используется эффект уменьшения сопротивления полупроводников при увеличении температуры,

называется:

- а) терморезистором;
- б) позистором;
- в) варистором;
- г) термистором.

Задание №22 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, в котором используется эффект Гаусса, называется:

- а) магниторезистивным преобразователем;
- б) магнитоэлектрическим преобразователем;
- в) электромагнитным преобразователем;
- г) магнитодинамическим преобразователем.

Задание №23 (*выберите один вариант ответа*)

Электромагнитный измерительный преобразователь, индуктивность которого зависит от интенсивности сжатия сердечника, называется:

- а) индуктивным преобразователем;
- б) магнитоупругим преобразователем;
- в) индукционным преобразователем;
- г) трансформаторным преобразователем.

Задание №24 (*выберите несколько вариантов ответа*)

Входной величиной ёмкостного измерительного преобразователя может быть:

- а) расстояние между обкладками конденсатора;
- б) абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума;
- в) относительная диэлектрическая проницаемость;
- г) суммарная площадь поверхностей двух обкладок конденсатора.

Задание №25 (*выберите один вариант ответа*)

Входной величиной термопары является:

- а) температура;
- б) разность температур;
- в) абсолютная температура;
- г) температура окружающей среды.

Задание №26 (*выберите один вариант ответа*)

Выходной величиной индукционного преобразователя является:

- а) сила тока;
- б) индуктивность;
- в) постоянная ЭДС;
- г) переменная ЭДС.

Задание №27 (*выберите один вариант ответа*)

При включении фотодиодов в измерительные цепи средств измерений концентрации растворов или газов наиболее широко применяют:

- а) фотогенераторную схему включения;
- б) фотодиодную схему включения;
- в) трёхпроводную схему включения;
- г) четырёхпроводную схему включения.

Задание №28 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, в котором используется эффект Холла, называется:

- а) магнитоэлектрическим преобразователем;
- б) электромагнитным преобразователем;
- в) магниторезистивным преобразователем;
- г) преобразователем магнитной индукции.

Задание №29 (*выберите один вариант ответа*)

Выходной величиной гальванического измерительного преобразователя является:

- а) сила тока;
- б) индуктивность;
- в) постоянная ЭДС;
- г) переменная ЭДС.

Задание №30 (*выберите один вариант ответа*)

Измерительный преобразователь, в котором происходит преобразование динамической нагрузки в электрический заряд, называется:

- а) электростатическим преобразователем;
- б) преобразователем Холла;
- в) пьезоэлектрическим преобразователем;
- г) тензорезистивным преобразователем.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

- 1 Измерение, его свойства.
  - 2 Измерение как процесс познания окружающего мира.
  - 3 Теория измерений
  - 4 Классификация измерений по уровням.
  - 5 Классификация измерений в зависимости от способа их получения.
  - 6 История мер.
  - 7 Размерности физических единиц
  - 8 Системы единиц измерения.
  - 9 Идеализированная блок-схема измерительной системы.
- Важнейшие функциональные блоки измерительной системы.
- 10 Датчики.

- 11 Устройства индикации, регистрация данных, управление и обратная связь.
- 12 Преобразование неэлектрических сигналов в электрические. Классификация измерительных преобразователей.
- 13 Характеристика основных типов измерительных преобразователей.
- 14 Методы измерений, область их применения, их достоинства и недостатки.
- 15 Методы сравнения с мерой.
- 16 Физическая картина мира.
- 17 Механическая и электромагнитная картины мира – предпосылки возникновения и общие черты.
- 18 Механистическая картина мира.
- 19 Электромагнитная картина мира.
- 20 Постоянные необратимые изменения Вселенной и стабильность фундаментальных физических постоянных.
- 21 Пространство и время в современной картине мира.
- 22 Поле и вещество, взаимодействие в современной картине мира.
- 23 Взаимопревращения частиц в современной картине мира.
- 24 Вероятность в современной картине мира.
- 25 Физический вакуум в современной картине мира.
- 26 Дискретность (квантование).
- 27 Корпускулярно-волновой дуализм.
- 28 Соотношение неопределенности
- 29 Взаимовлияние объектов микро- и макромира.
- 30 Современные представления о микро- и макромире.
- 31 Неразрывная связь микромира и макромира. Виды взаимодействий.
- 32 Элементарные частицы.
- 33 Потенциальные ресурсы стабильности параметров физических объектов микромира.
- 34 Физико-техническое обеспечение инженерных решений проблемы передачи стабильности объектов микромира микроскопическим объектам измерительных приборов и систем.
- 35 Причины возникновения ТермоЭДС термопары.
- 36 Эффект Зеебека.
- 37 Явление Пельтье.
- 38 Движение заряженной частицы в электрическом и магнитном поле под действием силы Лоренца.
- 39 Эффекты Холла.
- 40 Магнетосопротивление (эффект Гаусса).
- 41 Сверхпроводимость.
- 42 Высокотемпературная сверхпроводимость.
- 43 Эффект Комптона.

### 7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 3 баллами, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 19 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основы теории подобия Подобные явления и подобные преобразования Инвариантность уравнений по отношению к подобным преобразованиям. Анализ размерностей. Первичные и вторичные величины Структура определительных уравнений. Размерность. Формулы размерности	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
2	Материя и движение. Свойства объектов и явлений материального мира. Тепловые свойства макромира. Механические свойства макромира. Электрические свойства макромира. Магнитные свойства макромира. Оптические свойства макромира	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Константы макромира. Константы микромира. Константы, используемые при переходе от свойств микромира к свойствам макромира. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга-Пти. Теплоемкость металлов, учет вклада свободных электронов Упругость. Закон Гука. пластические свойства тел Электропроводность металлов и	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

	<p>полупроводников, жидкостей и газов. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость.</p> <p>Природа диамагнетизма, парамагнетизма, ферромагнетизма, антиферромагнетизма и ферримагнетизма.</p> <p>Взаимодействие света с твердым телом. Внешний и внутренний фотоэффект. Поглощение и отражение света.</p> <p>Ускорение при свободном падении. Скорость света. Нулевая термодинамическая температура и точки фазовых переходов. Другие константы макромира. Масса и заряд электрона. Гиромагнитное отношение электрона и протона. Квант магнитного потока. Постоянная фон-Клитцинга. Постоянная тонкой структуры. Гравитационная постоянная. Постоянная Планка. Постоянная Больцмана. Число Авогадро.</p>		
4	<p>Классификация источников погрешностей</p> <p>Неопределенность измерений</p> <p>Энтропийность измерений</p>	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
5	<p>Квантовые переходы.</p> <p>Использование квантовых переходов между энергетическими уровнями электронов для воспроизведения единиц времени, частоты и длины. Эффекты Холла и Джозефсона.</p> <p>Высокотемпературная сверхпроводимость. Явление сверхпроводимости.</p> <p>Интерференция электромагнитных волн.</p> <p>Интерференция света.</p> <p>Электромагнитная индукция.</p> <p>Закон электромагнитной индукции.</p> <p>Использование высокотемпературной сверхпроводимости для реализации переходов Холла и</p>	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

<p>Джозефсона. Использование переходов Холла и Джозефсона в измерительной технике. Измерение сверхнизких температур сверхпроводящим термошумовым датчиком на основании уравнения Найквиста. Квадратичный электрооптический эффект Керра. Линейные электрооптические продольный и поперечный эффекты Погкельса. Резонансные явления на квантовом уровне. Магнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Метод ядерного резонансного поглощения. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Эффект Зеемана. Ядерный гамма-резонанс. Эффект Мессбауэра. ЯГР-виброметры. Ядерный квадрупольный резонанс. ЯКР-термометры.</p>		
--	--	--

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

### 8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

<b>Основная литература</b>		
Кудасов Ю.Б. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудасов Ю.Б.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.— 184 с ЭБС «IPRbooks»,	Электрофизические измерения	уч. пос.
Латышенко К.П. [Электронный ресурс]/ Латышенко К.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 300 с. ЭБС «IPRbooks»	Общая теория измерений	уч. пос.
Афонский А.А. [Электронный ресурс]/ Афонский А.А., Дьяконов В.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2011.— 688 с ЭБС «IPRbooks»	Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике	уч. пос.
<b>Дополнительная литература</b>		
Егоров Ю.Н. [Электронный ресурс]: сборник тестовых заданий по разделу дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация»/ Егоров Ю.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 104 с. ЭБС «IPRbooks»	Метрология и технические измерения	уч. пос.
Ахмеджанов Р.А. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ахмеджанов Р.А., Чередов А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном	Физические основы получения информации	уч. пос.

## **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Обучающиеся могут при необходимости использовать возможности информационно-справочных систем, электронных библиотек и архивов.

Адрес электронного каталога электронно-библиотечной системы ВГТУ:  
<http://catalog2.vgasu.vrn.ru/MarcWeb2/>

Другие электронной информационно-образовательной ресурсы доступны по ссылкам на сайте ВГТУ-см. раздел Электронные образовательные информационные ресурсы. В их числе: библиотечные серверы в Интернет, серверы науки и образования, периодика в интернет, словари и энциклопедии.

- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://www.diss.rsl.ru>

- Электронно-библиотечная система «Лань» <http://www.e.lanbook.com3>

- Электронно-библиотечная система «Elibrary» <http://elibrary.ru>

- Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

- Справочная правовая система Консультант Плюс. Доступна только в локальной сети ВГТУ

- Электронные ресурсы российских корпоративных библиотечных систем <http://www.arbikon.ru>

- Электронная библиотечная система ВГТУ <http://catalog.vgasu.vrn.ru/MarcWeb2>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

1. Проектор
2. Интерактивная доска
3. Компьютерный класс с доступом в Интернет
4. Весы аналитические
5. Набор первичных преобразователей
6. Измерительные приборы

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Физические основы измерений и эталоны» читаются лекции, проводятся лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в

соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.