

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета РТЭ В.А. Небольсин  
«29» июль 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины**

**«Метрология и физико-технические измерения»**

Направление подготовки 16.03.01 ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Профиль Физическая электроника

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

И.В. Бабкина /Бабкина И.В./

Заведующий кафедрой  
Физики твердого тела

Ю.Е. Калинин /Калинин Ю.Е./

Руководитель ОПОП

Л.И. Янченко /Янченко Л.И./

Воронеж 2018

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Получение студентами основных научно-практических знаний в области метрологии, стандартизации и сертификации, необходимых для решения задач обеспечения единства измерений и контроля качества продукции (услуг); метрологическому и нормативному обеспечению разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации продукции, планирования и выполнения работ по стандартизации и сертификации продукции и процессов разработки и внедрения систем управления качеством; метрологической и нормативной экспертиз; использования современных информационных технологий при проектировании и применении средств и технологий управления качеством.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

1.2.1. дать представление о современных направлениях развития метрологии и измерительной техники;

1.2.2. ознакомить обучающихся с основными метрологическими характеристиками средств измерений и методами обработки экспериментальных результатов;

1.2.3. научить студентов анализировать причины возникновения погрешностей измерений, освоить методы вычисления погрешностей;

1.2.4. дать основные представления о приборах для измерения электрических и неэлектрических величин.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Метрология и физико-технические измерения» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Метрология и физико-технические измерения» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3 - способностью к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

ПК-4 - способностью применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-3	Знать - методы построения современных измерительных

	<p>устройств и их метрологические характеристики, основные принципы и правила измерения;</p> <p>- методы обработки результатов и оценки погрешности.</p>
	<p>Уметь - использовать методы и алгоритмы обработки результатов измерений и расчета их погрешностей, использовать современную аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней;</p> <p>- планировать необходимый эксперимент и использовать информационные технологии для обработки и оценки погрешностей полученных данных;</p> <p>- использовать стандарты и другие нормативные документы по качеству и сертификации продукции.</p>
	<p>Владеть - навыками освоения современной аналитической и технологической аппаратуры различного назначения и работы на ней; навыками планирования необходимого эксперимента и применения информационных технологий для обработки и оценки погрешностей полученных данных;</p> <p>- навыками использования стандартов и других нормативных документов по качеству и сертификации продукции;</p>
ПК-4	<p>Знать - основные положения и нормативные документы законодательной метрологии;</p> <p>- цели и задачи государственной и международных систем стандартизации и сертификации;</p>
	<p>Уметь – разрабатывать техническую документацию для обеспечения производства материалов и изделий электронной техники;</p>
	<p>Владеть - навыками организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники.</p>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Метрология и физико-технические измерения» составляет 3 з.е.

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

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72

В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы	108	108
з.е.	3	3

## 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	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Метрология. Основные термины и понятия.	Роль и место метрологии, стандартизации и сертификации в научных исследованиях, производстве и системах автоматизированного контроля. Типы шкал измерений. Виды и методы измерений физических величин. Воспроизведение единиц физических величин и передача их размеров. Виды эталонов. Поверочная схема. Эталоны единиц системы СИ. Основные свойства средств измерений.	8	2	2	6	18
2	Математическое описание погрешностей.	Погрешности измерений. Основные сведения. Классификация погрешностей. Систематические погрешности. Случайные погрешности. Статистическая обработка результатов многократных измерений. Законы распределения, доверительный интервал вероятности. Оценка систематической и случайной составляющей косвенных измерений.	8	4	4	6	22
3	Принципы метрологического обеспечения.	Основы метрологического обеспечения. Нормативно-правовые основы метрологии. Метрологические службы и организации. Государственный метрологический надзор и контроль. Анализ состояния измерений.	8	4	-	8	20
4	Стандартизация Правовые основы стандартизации.	Цели деятельности по стандартизации. Задачи стандартизации. Государственная система стандартизации Российской Федерации. Категории и виды стандартов. Правовые основы стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением стандартов в Российской Федерации.	6	4	-	8	18
5	Методы измерений. Измерительные приборы.	Метрологические характеристики средств измерений. Измерение постоянных и переменных токов и напряжений. Метод вольтметра и амперметра. Омметр.	6	4	12	8	30

		Мостовой метод. Электронно-лучевые осциллографы. Термоэлектрические термометры. Способы включения измерительного прибора в цепь термоэлектрического термометра. Основные источники погрешностей. Термометры сопротивления. Классификация. Устройства для измерения уровня жидкости. Различные виды уровнемеров. Температура. Термодинамическая шкала температур. Международная практическая шкала температур, другие температурные шкалы. Система воспроизведения температурной шкалы.					
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Измерение постоянных и переменных токов и напряжений.

Исследования параметров электрического сигнала осциллографическими методами.

Измерение сопротивления резистивных термометров.

Градуировка шкал термоэлектрических и полупроводниковых термометров.

Измерение уровня жидкости емкостным уровнемером.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 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».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-3	знать методы построения современных измерительных устройств и их метрологические	1.Уровень соответствия выполненного задания (лабораторной работы, задач) предъявленным квалификационным требованиям. 2.Логичность и	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	<p>характеристики, основные принципы и правила измерения; методы обработки результатов и оценки погрешности.</p>	<p>полнота изложения материала. 3.Наглядность изложения. 4. Срок выполнения.</p>		
	<p>уметь использовать методы и алгоритмы обработки результатов измерений и расчета их погрешностей, использовать современную аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней;  - планировать необходимый эксперимент и использовать информационные технологии для обработки и оценки погрешностей полученных данных;  - использовать стандарты и другие нормативные документы по качеству и сертификации продукции.</p>	<p>1.Уровень соответствия выполненного задания (лабораторной работы, задач) предъявленным квалификационным требованиям. 2.Логичность и полнота изложения материала. 3.Наглядность изложения. 4. Срок выполнения.</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p>владеть навыками освоения современной аналитической и технологической аппаратуры различного назначения и работы на ней; навыками планирования необходимого эксперимента и применения информационных технологий для обработки и оценки погрешностей полученных данных;  - навыками использования стандартов и других нормативных документов по</p>	<p>1.Уровень соответствия выполненного задания (лабораторной работы, задач) предъявленным квалификационным требованиям. 2.Логичность и полнота изложения материала. 3.Наглядность изложения. 4. Срок выполнения.</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>

	качеству и сертификации продукции.			
ПК-4	знать основные положения и нормативные документы законодательной метрологии; - цели и задачи государственной и международных систем стандартизации и сертификации;	1.Уровень соответствия выполненного задания (лабораторной работы, задач) предъявленным квалификационным требованиям. 2.Логичность и полнота изложения материала. 3. Наглядность изложения. 4. Срок выполнения.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать техническую документацию для обеспечения производства материалов и изделий электронной техники;	1.Уровень соответствия выполненного задания (лабораторной работы, задач) предъявленным квалификационным требованиям. 2.Логичность и полнота изложения материала. 3. Наглядность изложения. 4. Срок выполнения.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники.	1.Уровень соответствия выполненного задания (лабораторной работы, задач) предъявленным квалификационным требованиям. 2.Логичность и полнота изложения материала. 3. Наглядность изложения. 4. Срок выполнения.	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 4 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-3	знать методы построения современных измерительных устройств и их метрологические характеристики, основные принципы и правила измерения; методы обработки результатов и оценки погрешности.	Тест, устный опрос на занятии.	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь использовать методы и алгоритмы обработки результатов	Решение стандартных практических задач.	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	<p>измерений и расчета их погрешностей, использовать современную аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать необходимый эксперимент и использовать информационные технологии для обработки и оценки погрешностей полученных данных;</li> <li>- использовать стандарты и другие нормативные документы по качеству и сертификации продукции.</li> </ul>			
	<p>владеть навыками освоения современной аналитической и технологической аппаратуры различного назначения и работы на ней; навыками планирования необходимого эксперимента и применения информационных технологий для обработки и оценки погрешностей полученных данных;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования стандартов и других нормативных документов по качеству и сертификации продукции.</li> </ul>	Выполнение лабораторных работ.	Лабораторные работы выполнены и защищены в срок.	Лабораторные работы не выполнены.
ПК-4	<p>знать основные положения и нормативные документы законодательной метрологии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- цели и задачи государственной и международных</li> </ul>	Тест, контрольная работа.	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	систем стандартизации и сертификации;			
	уметь разрабатывать техническую документацию для обеспечения производства материалов и изделий электронной техники;	Решение стандартных практических задач.	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками организации метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники.	Решение прикладных задач в области электрических измерений.	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые 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

1. Действительным значением величины не является значение, которое ...

1 – получено экспериментальным путем, 2 – близко к истинному, 3 – может быть использовано вместо истинного значения, 4 – имеет измеряемая величина.

2. Электрическое сопротивление нагрузки определяется по закону Ома  $R=U/I$ . При измерении силы тока и напряжения получены значения  $U=100 \pm 1$  В,  $I=2 \pm 0,1$  А. Результат измерения следует записать в виде:

1 -  $R = 50 \pm 3$  Ом

2 -  $R = 50,0 \pm 1,1$  Ом

3 -  $R = 48 \pm 10$  Ом

3. При многократном измерении длины  $L$  получены значения в мм: 30,2; 30,0; 30,4; 29,7; 30,3; 29,9; 30,2. Укажите доверительные границы истинного значения длины с вероятностью  $P=0,98$  ( $t_p = 3,143$ ).

1 -  $L = 30,1 \pm 0,2$  мм,  $P=0,98$

2 -  $L = 30,1 \pm 0,8$  мм,  $t_p = 3,143$

3 -  $L = 30,1 \pm 0,3$  мм,  $P=0,98$

4 -  $L = 30,0 \pm 0,3$  мм,  $P=0,98$

4. При выборе средства измерений целесообразно обеспечить соотношение

предела допускаемой  $\Delta_P$  и реальной  $\Delta$  погрешностей измерения:

1 -  $\Delta_P \geq \Delta$

2 -  $\Delta_P = \Delta$

3 -  $\Delta_P \leq \Delta$

4 -  $\Delta_P \ll \Delta$

5. Деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения, повышения конкурентоспособности продукции, работ или услуг, называется ...

1 - сертификацией

2 - аккредитацией

3 - управлением качеством

4 - стандартизацией

6. Параметрические ряды в большинстве случаев получают на основе ...

1 - чисел арифметической прогрессии

2 - экспериментальных исследований

3 - чисел геометрической прогрессии

4 - инженерных расчетов

7. Целью унификации не является...

1 - повышение эффективности производства и использования изделий

2 - специализация и кооперация производства

3 - сокращение затрат на разработку и освоение производства продукции

4 - увеличение и расширение числа разновидностей продукции

8. Стандарты серии ИСО 9000 разработал (-а)...

1 - международная организация по стандартизации

2 - международная электротехническая комиссия

3 - европейский комитет по стандартизации

4 - международная организация мер и весов

9. Форма подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров называется...

1 - сертификацией

2 - аккредитацией

3 - идентификацией

4 - стандартизацией

10. Знак соответствия **DIN** принадлежит национальной системе сертификации...

1 - Франции

2 - Дании

3 - Великобритании

4 - Германии

11. Этап решения по сертификации предусматривает...

1 - выбор органа по сертификации

2 - отказ в выдаче сертификата соответствия

3 - оформление сертификата соответствия

4 - периодический контроль сертифицированной продукции

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Механизмом определения беспристрастности, независимости и компетенции участников сертификации не является...

1 - идентификация

2 - стандартизация

3 - экспертная оценка

4 - аккредитация

2. Численное соотношение между шкалой Цельсия [ $^{\circ}\text{C}$ ] и шкалой Кельвина [ $\text{K}$ ] имеет вид ...

1 -  $T_{[^{\circ}\text{C}]} = T_{[\text{K}]} - 273$

2 -  $T_{[^{\circ}\text{C}]} = T_{[\text{K}]} - 273,15$

3 -  $T_{[^{\circ}\text{C}]} = T_{[\text{K}]} - 273,16$

4 -  $T_{[^{\circ}\text{C}]} = T_{[\text{K}]} - 270$

3. Трубка Бурдона используется в манометрах ...  
мембранных

1 - пружинных

- 2 - жидкостных
- 3 - компрессионных газовых
4. Прямые измерения объёмов применяется в счетчиках расхода ...
  - 1 - вытесняющих с овальными шестернями
  - 2 - с тангенциальной турбинкой
  - 3 - с аксиальной турбинкой
  - 4 - с вертикальной турбинкой
5. Для измерения уровня заполнения агрессивным материалом эффективен метод...
  - 1 - термический
  - 2 - ультразвуковой
  - 3 - на основе проводимости
  - 4 - гидростатический
6. По характеру изменения результатов измерений погрешности разделяют на...
  - 1 - абсолютные и относительные
  - 2 - основные и дополнительные
  - 3 - методические, инструментальные и субъективные
  - 4 - систематические, случайные и грубые
7. При многократном измерении влажности воздуха получены значения: 65, 64, 66, 65, 63, 64, 66, 67. Укажите доверительные границы для истинного значения влажности в % с вероятностью  $P = 0,928$  ( $t_p = 2,16$ ).
  - 1 -  $65 \pm 1 \%$ ,  $P=0,928$
  - 2 - 63...67 %,  $t_p = 2,16$
  - 3 -  $65,065 \pm 2 \%$ ,  $P=0,928 \pm 2,8 \%$ ,  $P=0,928$
8. При контроле линейных размеров ГОСТ 8.051 рекомендует принимать предел допускаемой погрешности измерения равным ...
  - 1 - 0,5 величины допуска контролируемого размера
  - 2 - величине допуска контролируемого размера
  - 3 - 0,35...0,2 величины допуска контролируемого размера
  - 4 - погрешности используемого средства измерений
9. Цели и задачи стандартизации в Российской Федерации достигаются соблюдением основных принципов, установленных в...
  - 1 - ГОСТ Р 1.0-2004
  - 2 - ГОСТ Р ИСО 9001-2001
  - 3 - законе Российской Федерации «О защите прав потребителей»
  - 4 - правилах по стандартизации
10. Наиболее распространенной и эффективной формой стандартизации является...
  - 1 - унификация
  - 2 - секционирование
  - 3 - агрегатирование
  - 4 - симплификация

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим организацию и проведение работ по сертификации, является \_\_\_\_\_ по сертификации

- 1 - национальный орган
- 2 - центральный орган
- 3 - научно-методический центр
- 4 - совет

2. К основным принципам аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий относится...

- 1 - компетентность и независимость органов, осуществляющих аккредитацию
- 2 - обеспечение равных условий лицам, претендующим на получение аккредитации
- 3 - добровольность
- 4 - совмещение полномочий на аккредитацию и подтверждение соответствия

3. Единица измерения температуры по шкале Цельсия составляет ...

- 1 -  $(T_{\text{точки кипения воды при давлении 1,013 бар}} - T_{\text{тройной точки воды}})/100$
- 2 -  $(T_{\text{точки кипения воды при давлении 1 бар}} - T_{\text{тройной точки воды}})/100$
- 3 -  $(T_{\text{точки кипения воды при давлении 1,013 бар}} - T_{\text{точки таяния льда}})/100$
- 4 -  $(T_{\text{точки кипения воды при давлении 1 бар}} - T_{\text{точки таяния льда}})/100$

4. Косвенные измерения объёмов используются в счётчиках...

- 1 - поршневых
- 2 - барабанных
- 3 - роторных
- 4 - с аксиальной турбинкой

5. В радиоэлектронике установлены предпочтительные числа по рядам...

- 1 - R5, R10, R20, R40
- 2 - R3, R6, R12, R24
- 3 - E5, E10, E20, E40
- 4 - E3, E6, E12, E24

6. Для измерения уровня заполнения порошкообразным материалом применяется метод...

- 1 - гидростатический
- 2 - на основе проводимости
- 3 - пневматический
- 4 - емкостной

7. Сопротивление нагрузки определяется по закону Ома  $R = U/I$ . Показания вольтметра  $U = 100 \text{ В}$ , амперметра  $I = 2 \text{ А}$ . Средние квадратические отклонения показаний: вольтметра  $\sigma_U = 0,5 \text{ В}$ , амперметра  $\sigma_I = 0,05 \text{ А}$ . Доверительные границы истинного значения сопротивления с вероятностью  $P=0,95$  ( $t_p=1,96$ ) равны...

- 1 -  $47,5 \text{ Ом} \leq R \leq 52,5 \text{ Ом}$ ,  $P=0,95$

2 -  $40,0 \text{ Ом} \leq R \leq 60,0 \text{ Ом}$ ,  $t_p=1,96$

3 -  $48,5 \text{ Ом} \leq R \leq 51,5 \text{ Ом}$ ,  $P=0,95$

4 -  $48,9 \text{ Ом} \leq R \leq 51,1 \text{ Ом}$ ,  $P=0,95$

8. Сертификация систем менеджмента качества включает этапы:

1 - определение экономического эффекта от внедрения системы менеджмента качества на предприятии

2 - решение руководства предприятия о сертификации системы менеджмента качества

3 - анализ документов системы менеджмента качества организации -заявителя органом по сертификации

4 - проведение аудита и подготовка акта по результатам аудита

9. Целями аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий в соответствии с законом «О техническом регулировании» являются...

1 - анализ необходимости создания на предприятии системы менеджмента качества

2 - создания условий для признания результатов деятельности органов по сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий

3 - обеспечение доверия изготовителей, продавцов и приобретателей к деятельности органов по сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий

4 - подтверждение компетентности органов по сертификации и испытательных лабораторий, выполняющих работы по подтверждению соответствия

10. Документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров, – это...

1 - аттестат

2 - свидетельство о соответствии

3 - сертификат соответствия

4 - знак соответствия

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

1. Метрология. Основные термины и понятия (измерение, физическая величина, значение физической величины, системы физических величин и их единиц (основные, дополнительные, производные единицы)).

2. Типы шкал измерений.

3. Виды и методы измерений физических величин.

4. Воспроизведение единиц физических величин и передача их размеров. Виды эталонов. Поверочная схема.

5. Эталоны единиц системы СИ.

6. Измерительные преобразователи.

7. Измерительные приборы.

8. Измерительные установки и системы.

9. Основные свойства средств измерений (чувствительность, пределы

- измерения, вариация показаний, погрешность, входное и выходное сопротивление, динамические характеристики, стабильность, надежность). Класс точности прибора.
10. Метрологические характеристики средств измерений.
  11. Стандартизация. Правовые основы стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением стандартов в Российской Федерации.
  12. Цели деятельности по стандартизации. Задачи стандартизации.
  13. Государственная система стандартизации Российской Федерации. Категории и виды стандартов.
  14. Погрешности измерений. Основные сведения. Классификация погрешностей.
  15. Систематические погрешности.
  16. Случайные погрешности (плотность вероятности, дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Грубые погрешности.)
  17. Погрешность косвенных измерений.
  18. Метод вольтметра и амперметра. Омметр.
  19. Мостовой метод.
  20. Электронно-лучевые осциллографы.
  21. Термоэлектрические термометры. Способы включения измерительного прибора в цепь термоэлектрического термометра. Основные источники погрешностей.
  22. Термометры сопротивления. Классификация.
  23. Устройства для измерения уровня жидкости. Различные виды уровнемеров.
  24. Температура. Термодинамическая шкала температур. Международная практическая шкала температур, другие температурные шкалы. Система воспроизведения температурной шкалы.
  25. Принципы метрологического обеспечения. Основы метрологического обеспечения. Нормативно-правовые основы метрологии. Метрологические службы и организации. Государственный метрологический надзор и контроль. Анализ состояния измерений.
  26. Важнейшие понятия сертификации. Цели и принципы сертификации.
  27. Структура законодательной и нормативной базы сертификации. Вопросы сертификации в Законе РФ «О защите прав потребителей».
  28. Понятие о системе сертификации. Типовая схема взаимодействия участников системы сертификации.

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

Не предусмотрено учебным планом.

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

Зачет проводится по тест - билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, 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 20 баллов.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Метрология. Основные термины и понятия.	ОПК-3, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, зачет.
2	Математическое описание погрешностей.	ОПК-3, ПК-4	Контрольная работа, защита лабораторных работ, зачет.
3	Принципы метрологического обеспечения.	ОПК-3, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, зачет.
4	Стандартизация Правовые основы стандартизации.	ОПК-3, ПК-4	Тест, зачет.
5	Методы измерений. Измерительные приборы.	ОПК-3, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, зачет.

### **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.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

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

1. Сергеев А.Г. Метрология: Учебное пособие.- М.: Логос. 2005.-272 с.
2. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации и метрологии: Учебное пособие.- М.: Логос. 2001.-576 с.
3. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Теплотехнические измерения и приборы. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 232 с.
4. Дворяшин Б. В. Основы метрологии и радиоизмерения: Учебное пособие для высших учебных заведений. - М.: Радио и связь. 1993.-319 с.
5. Кушнир Ф. В. Электрорадиоизмерения: Учебное пособие.- Л.: Энергоатомиздат. 1983.-320 с.
6. И. В. Бабкина, Л. Н. Коротков, О. И. Сысоев, М. А. Каширин Методические указания к лабораторным работам № 1-5 по курсу "Метрология, стандартизация и сертификация" для студентов направления 140400 "Техническая физика" и специальности 140401 "Техника и физика низких температур" очной формы обучения.

### **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:**

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, графическая обработка экспериментальных данных Origin 8.0.

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

1. Лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.
2. Учебно-научная лаборатория “Нанотехнологии и наноматериалы”.
3. Учебно-научная лаборатория “Физических методов исследования”.
4. Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума.
5. Лабораторное оборудование: осциллограф С1-68 (С1-65), генератор ГЗ-34 (ГЗ-35), мост постоянного тока МО-61, вольтметр ВК2-20, универсальный вольтметр В7-16, универсальный источник питания, магазин сопротивлений, вольтметр В7-23, источник постоянного напряжения, электрическая печь, мост переменного тока Р5079.

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

По дисциплине «Метрология и физико-технические измерения» .

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета погрешностей измерений. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Контроль усвоения материала дисциплины производится устным опросом на занятиях, защитой лабораторных работ, проведением контрольных работ, тестированием, зачетом.

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.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
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: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
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 зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## **АННОТАЦИЯ**

к рабочей программе дисциплины  
«Метрология и физико-технические измерения»

**Направление подготовки** 16.03.01 ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

**Профиль** Физическая электроника

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2018

### **Цели и задачи изучения дисциплины:**

Получение студентами основных научно-практических знаний в области метрологии, стандартизации и сертификации, необходимых для решения задач обеспечения единства измерений и контроля качества продукции (услуг); метрологическому и нормативному обеспечению разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации продукции, планирования и выполнения работ по стандартизации и сертификации продукции и процессов разработки и внедрения систем управления качеством; метрологической и нормативной экспертиз; использования современных информационных технологий при проектировании и применении средств и технологий управления качеством.

### **Перечень формируемых компетенций:**

ОПК-3 - способностью к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

ПК-4 - способностью применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зачетные единицы

**Форма итогового контроля по дисциплине:** Зачет

### 6 Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем.	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем.	31.08.2020	