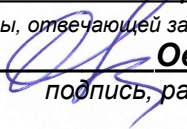


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
кафедрой оптики и спектроскопии
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины

Овчинников О.В.
подпись, расшифровка подписи
14.06.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 Метрология

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

12.03.03 – Фотоника и оптоинформатика

2. Профиль подготовки/специализация/магистерская программа:

Фотоника и оптоинформатика

3. Квалификация (степень) выпускника: Высшее образование (бакалавр)

4. Форма образования: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра оптики и спектроскопии

6. Составители программы:

*Королев Никита Викторович, кандидат физико-математических наук,
доцент*

7. Рекомендована: НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 13.06.2024

8. Учебный год: 2024/2025

Семестр(-ы): 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью освоения учебной дисциплины являются: формирование у обучающихся знаний теорий и средств измерений, основных положений законодательной метрологии, эталонов, поверочных схем, государственных и международных систем стандартизации, сертификации, современных методик и оборудования для проведения экспериментальных исследований и измерений в инженерно-технической деятельности, видов технических измерений, принципов организации и проведения экспериментальных исследований, предельных условий при постановке физического эксперимента, числовых характеристик и распределения случайных величин, оценки параметров распределений, проверки статистических гипотез, основ регрессионного анализа, статистических методов, методов системного анализа.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование у обучающихся прикладных навыков получения количественной информации об оценке состояния объектов исследования в результате измерительного эксперимента на базе как утвержденных традиционных методов с применением естественных эталонов, так и с помощью новых расчетных методов на аналитической основе и имитационного моделирования;
- приобрести опыт работы с современными методами и средствами измерений, включающих принципы метрологического синтеза измерительного процесса с алгоритмической адаптацией для математического расчета, анализа и статистического контроля качества программной продукции;
- познакомить обучающихся с нормативно-технической документацией, методами и правилами в области обработки экспериментальных данных, оценки точности измерений и нормирования точности параметров прикладного математического и наукоемкого информационного обеспечения производственно-технической деятельности, направленной на моделирование процессов и объектов предприятия;
- применять информационно-измерительные комплексы и системы, контрольно-измерительную и испытательную технику с целью регистрации и обработки статистических материалов, необходимых для расчетов и прикладных выводов в предметных областях;
- выработка у обучающихся навыков проведения нормализационного контроля технической документации и синтеза результатов работ по метрологической аттестации, экспертизе и аудиту программного обеспечения средств измерения;
- реализовывать применяемые на предприятии документы по метрологическому обеспечению, стандартизации и сертификации при проведении экспериментов с составлением описания проводимых исследований и разработок в виде установленной на предприятии отчетности и утвержденным формам;
- выработка у обучающихся навыков анализа прикладного математического и информационного содержания процесса измерений с целью выбора правил принятия решения о его алгоритме в регламентированных документами условиях и интеграции с набором имеющихся априорных знаний для установления наиболее рациональной схемы их проведения;
- применять аттестованные методики выполнения измерений и контроля с использованием компьютерных технологий для планирования и проведения работ в системах математического обеспечения при исследовании и моделировании процессов и объектов предприятий на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: учебная дисциплина относится к части по выбору Блока 1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен оценивать условия и режимы эксплуатации разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	ПК-1.1	Согласует условия и режимы эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	Знать: условия и режимы эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Уметь: согласовывать условия и режимы эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Владеть: навыками определения условий и режимов эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
		ПК-1.2	Определяет требования к параметрам разрабатываемой оптотехники	Знать: требования к параметрам разрабатываемой оптотехники. Уметь: определять требования к параметрам разрабатываемой оптотехники. Владеть: навыками определения требований к параметрам разрабатываемой оптотехники.
		ПК-1.3	Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта об изделиях аналогах разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	Знать: принципы поиска научно-технической информации об изделиях аналогах разрабатываемой оптотехники и оптико-электронных приборов и комплексов. Уметь: анализировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт об изделиях аналогах. Владеть: навыками осуществления поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта об изделиях аналогах разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.
		ПК-1.4	Оформляет научно-технические отчеты о результатах разработки оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	Знать: результаты разработки оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Уметь: оформлять научно-технические отчеты о результатах разработки оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Владеть: навыками оформления научно-технических отчетов.

ПК-4	Способен внедрять технологические процессы производства и контроля качества оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей	ПК-4.1	Исследует и анализирует несоответствия в конструкторской документации, внесение предложений по корректировке конструкторской документации с учетом технологических особенностей изготовления разрабатываемых оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей	<p>Знать: устройство оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей</p> <p>Уметь: исследовать и анализировать несоответствия в конструкторской документации</p> <p>Владеть: навыками анализа и внесения предложений о корректировке конструкторской документации</p>
		ПК-4.3	Внедряет технологические процессы производства, метрологического обеспечения и контроля качества оптических, оптико-электронных приборов и систем, деталей, элементов и оптических покрытий различного назначения	<p>Знать: основные технологические процессы производства, метрологического обеспечения и контроля качества</p> <p>Уметь: внедрять технологические процессы производства, метрологического обеспечения и контроля качества оптических, оптико-электронных приборов и систем, деталей, элементов и оптических покрытий различного назначения.</p> <p>Владеть: навыками внедрения технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества оптических, оптико-электронных приборов и систем, деталей, элементов и оптических покрытий различного назначения</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час: 3 / 108.

Форма промежуточной аттестации: зачёт с оценкой

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			2 семестр
Аудиторные занятия		50	50
в том числе:	лекции	34	34
	практические	16	16
	лабораторные		
Самостоятельная работа		58	58
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации <i>Зачёт с оценкой</i>			
Итого:		108	108

13.1 Содержание дисциплины:

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1.	Введение. История и нормативная база метрологии	Краткая история метрологии на примере единиц длины, массы и времени. Метрологические организации. Основные законы и правовые акты. Предмет и задачи метрологии. Основные понятия метрологии.
2.	Международная система СИ	Международная система СИ. Системы СГС и МКСА. Основные единицы. Производные единицы. Внесистемные единицы. Кратные и дольные единицы. Относительные и логарифмические величины. Правила написания величин. Производные единицы СИ, используемые в оптике.
3.	Шкалы и методы измерений	Шкалы. Неметрические и метрические шкалы. Международная температурная шкала и реперные точки. Измерения. Методы и методики измерений. Классификация измерений и средств измерений
4.	Элементы теории вероятностей и математической статистики	Элементы теории вероятностей: случайные величины, понятие вероятности, ряд распределения, функция и плотность распределения случайной величины. Числовые характеристики. Нормальное распределение. Числовые характеристики, Функция Лапласа. Закон больших чисел и центральная предельная теорема. Распределение Стьюдента. Точечные и интервальные оценки. Исправленное среднее квадратическое отклонение. Доверительная вероятность. Оценка математического ожидания при фиксированной и не фиксированной дисперсии.
5.	Теория погрешностей.	Погрешности. Классификация погрешностей. Погрешности средств измерений. Погрешности прямых и косвенных измерений. Классы точности средств измерений.
6.	Сертификация и стандартизация	Сертификация и стандартизация. Единство измерений. Эталоны. ГОСТы.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/ п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Введение. История и нормативная база метрологии	6			6	12
2.	Международная система СИ	6	4		10	20
3.	Шкалы и методы измерений	4			6	10
4.	Элементы теории вероятностей и математической статистики	8	4		12	24
5.	Теория погрешностей	6	8		16	30
6.	Сертификация и стандартизация	4			8	12
	Итого	34	16		58	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными этапами освоения дисциплины являются:

- 1) Лекции. В ходе лекционных занятий студенту необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций
- 2) Практические занятия. При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется: внимательно ознакомиться с тематикой занятия, прочесть конспект лекции по теме, изучить рекомендованную литературу; если встретятся незнакомые термины, обязательно обратиться к словарю и зафиксировать их в тетради; при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю
- 3) Самостоятельная работа студента. Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.
- 4) Подготовка к аттестации. В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения практических работ, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации. Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Крылова, Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учебник / Г.Д. Крылова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юнити, 2015. – 671 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114433
2	Богомолова, С. А. Метрология и измерительная техника. Технические требования к средствам измерений : электронный учебник / Богомолова С. А. - Москва : МИСиС, 2019. - 172 с. - ISBN 978-5-907061-39-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907061392.html (Дата обращения: 25.05.2024)
3	Лобач, О. В. Метрология : учебно-методическое пособие / О. В. Лобач, Т. С. Романова. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 67 с. - ISBN 978-5-7782-3854-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778238541.html (Дата обращения: 25.05.2024)
4	РМГ 29-2013. Метрология: Основные термины и определения. М.: Стандартиформ, 2014.
5	ГОСТ 8.417-2002. Единицы величин. М.: Стандартиформ, 2018.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6	Червяков, В.М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / В.М. Червяков, А.О. Пилягина, П.А. Галкин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический

	университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 113 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8265-1426-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444677 (Дата обращения: 25.05.2024)
7	Основы стандартизации, метрологии и сертификации / Ю.П. Зубков, Ю.Н. Берновский, А.Г. Зекунов и др. ; под ред. В.М. Мишин. - М. : Юнити-Дана, 2015. - 447 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-238-01173-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=117687 (Дата обращения: 25.05.2024)
8	Голуб, О.В. Стандартизация, метрология и сертификация : учебное пособие / О.В. Голуб, И.В. Сурков, В.М. Позняковский. - Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2009. - 335 с. : табл., схем. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-379-00688-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=57452 (Дата обращения: 25.05.2024)
9	Камке, Д. Физические основы единиц измерения / Д. Камке, К. Кремер ; пер. с нем. под ред. А.Н. Матвеева. — М. : Мир, 1980. — 208 с.
10	Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – М. : Высшая школа, 2003. – 479 с.
11	Основы метрологии, стандартизации и сертификации / М. Я. Марусина, В. Л. Ткалич, Е. А. Воронцов, Н. Д. Скалецкая. – СПб. : СПбГУ ИТМО, 2009. – 164 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурсы Интернет
11	Электронно-библиотечная система ВООК.ru https://www.book.ru/
12	ЭБС «ПЛАТФОРМА ЮРАЙТ» – https://urait.ru/
13	ЭБС Лань – https://e.lanbook.com/
15	ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» («ЭБС «Консультант студента») – http://www.studentlibrary.ru/
16	ЭБС «Университетская библиотека Online» – https://biblioclub.ru/
16	Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» – http://rucont.ru

16. Учебно-методическое обеспечение для организации самостоятельной работы:

№ п/п	Источник
1	Лобач, О. В. Метрология : учебно-методическое пособие / О. В. Лобач, Т. С. Романова. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 67 с. - ISBN 978-5-7782-3854-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778238541.html (Дата обращения: 25.05.2024)
2	Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – М. : Высшая школа, 2003. – 479 с.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория (ауд. 129): специализированная мебель, проектор, ноутбук, экран. WinPro 8, OfficeStandard 2019, «Антиплагиат.ВУЗ», MathWorks TotalAcademicHeadcount, ANSYSHF AcademicResearch 394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, этаж – 1, пом. 141

Учебная аудитория (ауд. 119а): специализированная мебель 394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I, этаж – 5, пом. 4

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций:

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение. История и нормативная база метрологии	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	Перечень вопросов
2.	Международная система СИ	ПК-1 ПК-4	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-4.1, ПК-4.3	Перечень вопросов Практические задания Задания в форме теста
3.	Шкалы и методы измерений	ПК-1 ПК-4	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-4.1, ПК-4.3	Перечень вопросов
4.	Элементы теории вероятностей и математической статистики	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	Перечень вопросов Практические задания
5.	Теория погрешностей	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	Перечень вопросов Практические задания
6.	Сертификация и стандартизация	ПК-1 ПК-4	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-4.1, ПК-4.3	Перечень вопросов
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Перечень вопросов Практические задания

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

1. Перевести величину градусов из десятичной формы записи в запись град/мин/сек.

1. 6.34548 2. 12.7026 3. 3.78555 4. 24.5034

2. Перевести значения градусов из формы записи град/мин/сек в десятичную форму и представить значения в радианах.

1. 17°1'50" 2. 32°47'9" 3. 13°14'36" 4. 34°54'32"

3. Представить расстояние от Солнца до планет в астрономических единицах.

Меркурий	57,91 млн км
Венера	108208930 км
Марс	227 млрд м
Юпитер	778,57 млн км в Афелии 816521 млн км в Перигелии 0,740574 млрд км
Сатурн	1,427 млрд км
Уран	2748938431000 м
Нептун	4,55 трлн м

4. Какова масса алмаза в 80 карат в системе единиц СИ?

5. Расстояние до ближайшей звезды Альфа Центавра 4,244 световых лет. Во сколько раз данное расстояние превосходит расстояние от Земли до Солнца?

6. Сколько атомов германия ($a = 5.66 \text{ \AA}$) укладывается в монокристаллической пленке толщиной 7 мкм, 440 нм и 32 нм?

7. Какой длине волны соответствует частота 540 МГц?
8. Перевести температуры жидкого гелия (4,3 К), жидкого азота (77 К), плавления галлия (302,9 К), затвердевания олова (505,09 К), затвердевания алюминия (933,5 К), плавления молибдена (2893,15 К) в градусы Цельсия и Фаренгейта.
9. В рабочей зоне $n = 30$ раз производились замеры концентрации вредного вещества. Получен ряд значений (в мг/м^3): 12; 16; 15; 22; 19; 20; 18; 14; 19; 17; 15; 17; 23; 16; 18; 17; **30**; 24; 23; 27; 14; 13; 17; 15; 20; 20; 14; 15; 18; 19. Используя критерий «трех сигма», проверить, является ли промахом значение 30 мг/м^3 ?
10. Провести анализ серии измерений (12.0; 23.5; 18.3; 19.1; 23.7; 17) согласно критерию Романовского на наличие промаха при критерии значимости 0.1.
11. Для ряда результатов наблюдений (предложенного в задании) определить, присутствует ли изменяющаяся систематическая погрешность.
12. Заданы ряды результатов равноточных измерений исходных физических величин. Необходимо провести метрологическую оценку результата конкретного косвенного измерения, согласно варианту.
13. Для прибора (см. задание) рассчитать значения абсолютных, относительных и приведенных основных погрешностей измерений.
14. При многократном измерении температуры объекта получены значения: 50.3, 50.1, 50.2, 50.0, 50.6, 49.7, 50.3, 50.4, 50.1 $^{\circ}\text{C}$. Укажите доверительные границы истинного значения температуры с вероятностью $P = 0.95$.
15. При многократном измерении сопротивления в электрической цепи получены следующие значения: 1503, 1508, 1505, 1499, 1510, 1505, 1507, 1498, 1503 Ом. Укажите доверительные границы истинного значения сопротивления с вероятностью $P = 0.99$.
16. Для прибора рассчитать значения абсолютных, относительных и приведенных основных погрешностей измерений.

№	Диапазон измерений	Класс точности	Результат измерений
1	(0...250) $^{\circ}\text{C}$	1.5	177 $^{\circ}\text{C}$
2	(-5...5) В	1.0/0.5	-3.7 В

17. Для прибора рассчитать значения абсолютных, относительных и приведенных основных погрешностей измерений.

№	Диапазон измерений	Класс точности	Результат измерений
1	(0...50) А	0.25	33.5 А
2	(-20...50) В	0.5	18.2 В

Пример тестовых заданий:

1. Выберите правильный вариант ответа:

Метрология — это:

- А. теория передачи размеров единиц физических величин;
- В. наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности;
- С. теория исходных средств измерений (эталонов).

2. Выберите правильный вариант ответа:

Физическая величина — это:

- А. объект измерения;
- В. одно из свойств физического объекта общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них;
- С. величина, подлежащая измерению, измеряемая или измеренная в соответствии с основной целью измерительной задачи.

3. Выберите правильный вариант ответа:

Количественная характеристика физической величины называется:

- A. размером;
- B. размерностью;
- C. объектом измерения.

4. Выберите правильный вариант ответа:

Качественная характеристика физической величины называется:

- A. размером;
- B. размерностью;
- C. количественными измерениями нефизических величин.

5. Выберите правильный вариант ответа:

Измерением называется:

- A. опытное нахождение значения физической величины с помощью технических средств;
- B. операция сравнения неизвестного с известным;
- C. выбор технического средства, имеющего нормированные метрологические характеристики.

6. Выберите правильный вариант ответа:

При описании электрических и магнитных явлений в Международной системе единиц (СИ) за основную единицу принимается:

- A. Вольт;
- B. Ом;
- C. Ампер.

7. Выберите правильный вариант ответа:

При описании световых явлений в Международной системе единиц (СИ) за основную единицу принимается:

- A. кандела;
- B. люмен;
- C. квант.

8. Выберите правильный вариант ответа:

В зависимости от числа измерений измерения делятся на:

- A. однократные и многократные;
 - B. технические и метрологические;
 - C. равноточные и неравноточные.
9. Погрешность измерения — это:
- D. свойство физического объекта;
 - E. это нормативный документ, устанавливающий соподчинение средств измерений;
 - F. разность между показаниями средства измерения и истинным (действительным) значением измеряемой величины.

9. Выберите правильный вариант ответа:

Кратными единицами физических величин называют:

- A. единицы, в целое число раз больше системной единицы;
- B. единицы, в целое число раз меньше системной единицы;
- C. единицы, обладающие признаками системы.

10. Выберите правильный вариант ответа:

Дольными единицами физических величин называют:

- A. единицы, в целое число раз больше системной единицы;
- B. единицы, в целое число раз меньше системной единицы;
- C. единицы, обладающие признаками системы.

11. Выберите правильный вариант ответа:

Поверка средств измерения — это

- A. нормативный документ, устанавливающий соподчинение средств измерений;
- B. свойство физического объекта, которое является общим в качественном отношении для многих физических объектов;
- C. совокупность операций, выполняемых органами государственной метрологической службы с целью определения и подтверждения соответствия средств измерений, установленным техническим требованиям.

12. Выберите правильный вариант ответа:

Техническое устройство, предназначенное для измерения — это:

- А. элемент измерения;
- В. средство измерения;
- С. объект измерения.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень вопросов к КИМ:

1. Предмет и задачи метрологии.
2. Метрологические организации.
3. Основные нормативные акты и документы в области метрологии в РФ.
4. Основные понятия метрологии.
5. Международная система единиц СИ: основные единицы.
6. Международная система единиц СИ: производные и внесистемные единицы.
7. Кратные и дольные единицы.
8. Относительные и логарифмические единицы.
9. Правила написания физических единиц их значений.
10. Шкалы порядка и наименований.
11. Шкалы интервалов и отношений.
12. Международная температурная шкала 90. Реперные точки.
13. Физические величины, используемые в оптике.
14. Атомная и планковская системы единиц.
15. Методы измерения.
16. Методики проведения измерений.
17. Определения вероятности. Случайные величины и их характеристики.
18. Нормальное распределение.
19. Функция Лапласа и функция ошибок. Интеграл Пуассона.
20. Оценки числовых характеристик случайных величин: среднее выборочное и исправленное среднее квадратическое отклонение.
21. Оценки числовых характеристик случайных величин: свойства оценок.
22. Классификация погрешностей.
23. Доверительная вероятность. Интервальные оценки.
24. Распределение Стьюдента.
25. Сложение случайных ошибок.
26. Исключение грубых ошибок: метод 3 сигма и метод Романовского.
27. Исключение систематической погрешности: метод последовательных разностей Аббе.
28. Косвенные измерения. Правила вычисления погрешности косвенных измерений.
29. Классы точности измерений.
30. Формы представления погрешностей: абсолютная, приведенная и относительная.
31. Обозначение классов точности.
32. Основы стандартизации.
33. Основы сертификации.
35. ГОСТы, регламентирующие требования к источникам оптического излучения и оптико-электронным средствам измерений физических величин.
36. Единство измерений. Эталоны.

Пример билетов на зачет с оценкой

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Предмет и задачи метрологии.
2. Оценки числовых характеристик случайных величин: свойства оценок.
3. Для прибора рассчитать значения абсолютных, относительных и приведенных основных погрешностей измерений.

№	Диапазон измерений	Класс точности	Результат измерений
1	(0...100) В	0.1	46.7 В
2	(-10...10) А	1.5	5.4 А

4. При многократном измерении физической величины X получен ряд измеренных значений. Используя критерий Романовского, необходимо проверить полученные результаты измерений на наличие грубой погрешности с вероятностью P .

X	Результаты измерений									P
$l, \text{ м}$	0.30	0.32	0.30	0.21	0.32	0.28	0.29	0.3	0.30	0.9
	0.33	0.3	0.34	0.3	0.29	0.32	0.28	0.29	0.43	

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Метрологические организации. Разделы метрологии. Эталон.
2. Нормальное распределение.
3. По известной расчетной зависимости косвенного метода измерения и по известным результатам и погрешностям прямых измерений, рассчитать абсолютную и относительную погрешности косвенного измерения.

Расчетная зависимость	Погрешности и результаты прямых измерений				
$y = 3(a - b)c^2 / (2(d + e))$	a	b	c	d	e
	$\Delta a = 1$	$\Delta b = 2$	$\Delta c = 1$	$\Delta d = 2$	$\Delta e = 1$
	$a = 100$	$b = 80$	$c = 60$	$d = 40$	$e = 20$

4. При многократном измерении физической величины X получен ряд измеренных значений. Используя критерий 3 сигма, необходимо проверить полученные результаты измерений на наличие грубой погрешности с вероятностью P .

X	Результаты измерений									P
$f, \text{ Гц}$	780.3	780	788.8	780.5	780.2	780	780.3	780.9	780.3	0.99
	780.4	780.2	780	780.3	790.9	780.3	780.4	780	781	

Описание технологии проведения

Зачет с оценкой проводится в письменной форме. Каждый билет включает два теоретических вопроса и два практических задания. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.