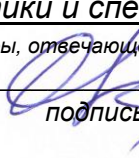


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

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

Овчинников О.В.
подпись, расшифровка подписи
21.06.2023 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 20.06.2023

8. Учебный год: 2023/2024

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 общеинженерной 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: обязательная часть Б1.

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	<p>Знать: условия и режимы эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p> <p>Уметь: согласовывать условия и режимы эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p> <p>Владеть: навыками определения условий и режимов эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов</p>
		ПК-1.2	Определяет требования к параметрам разрабатываемой оптотехники	<p>Знать: требования к параметрам разрабатываемой оптотехники.</p> <p>Уметь: определять требования к параметрам разрабатываемой оптотехники.</p> <p>Владеть: навыками определения требований к параметрам разрабатываемой оптотехники.</p>
		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	<p>Знать: принципы поиска научно-технической информации об изделиях аналогах разрабатываемой оптотехники и оптико-электронных приборов и комплексов.</p> <p>Уметь: анализировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт об изделиях аналогах.</p> <p>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.</p>
		ПК-1.4	Оформляет научно-технические отчеты о результатах разработки	<p>Знать: результаты разработки оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p> <p>Уметь: оформлять научно-технические отчеты о результатах разработки оптотехники, оптических и оптико-</p>

			оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	электронных приборов и комплексов. Владеть: навыками оформления научно-технических отчётов.
ПК-4	Способен внедрять технологические процессы производства и контроля качества оптоэлектронных 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	Знать: устройство оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей Уметь: исследовать и анализировать несоответствия в конструкторской документации Владеть: навыками анализа и внесения предложений о корректировке конструкторской документации
		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	Знать: основные технологические процессы производства, метрологического обеспечения и контроля качества Уметь: внедрять технологические процессы производства, метрологического обеспечения и контроля качества оптических, оптико-электронных приборов и систем, деталей, элементов и оптических покрытий различного назначения. Владеть: навыками внедрения технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества оптических, оптико-электронных приборов и систем, деталей, элементов и оптических покрытий различного назначения

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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Краткая история метрологии на примере единиц длины, массы и времени. 2. Метрологические организации. Основные законы и правовые акты. 3. Предмет и задачи метрологии. Основные понятия метрологии.
2.	Международная система СИ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Международная система СИ. Системы СГС и МКСА. Основные единицы. 2. Производные единицы. 3. Внесистемные единицы. Кратные и дольные единицы. Относительные и логарифмические величины. 4. Правила написания величин. 5. Производные единицы СИ, используемые в оптике.
3.	Шкалы и методы измерений	<ol style="list-style-type: none"> 1. Шкалы. Неметрические и метрические шкалы. Международная температурная шкала и реперные точки. 2. Измерения. Методы и методики измерений. Классификация измерений и средств измерений
4.	Элементы теории вероятностей и математической статистики	<ol style="list-style-type: none"> 1. Элементы теории вероятностей: случайные величины, понятие вероятности, ряд распределения, функция и плотность распределения СВ. Числовые характеристики. 2. Нормальное распределение. Числовые характеристики, Функция Лапласа. Закон больших чисел и центральная предельная теорема. Распределение Стьюдента. 3. Точечные и интервальные оценки. Исправленное среднее квадратическое отклонение. Доверительная вероятность. Оценка математического ожидания при фиксированной и не фиксированной дисперсии.
5.	Теория погрешностей.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Погрешности. Классификация погрешностей. 2. Погрешности средств измерений. Погрешности прямых и косвенных измерений. 3. Классы точности средств измерений.
6.	Сертификация и стандартизация	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сертификация и стандартизация. 2. 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

- Работа с текстом конспекта лекции.
- Чтение основной и дополнительной литературы. Самостоятельное изучение материала по литературным источникам.
- Подготовка к практическим занятиям.

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
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
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:

	//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444677
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
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
9	Камке, Детлеф. 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 "Университетская библиотека online" – http://biblioclub.ru/
12	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" – http://www.studmedlib.ru
13	Электронно-библиотечная система "Лань" – https://e.lanbook.com/
15	http://www.lib.vsu.ru – Зональная научная библиотека ВГУ
16	Виртуальная обучающая среда Moodle < https://edu.vsu.ru >

16. Учебно-методическое обеспечение для организации самостоятельной работы:

№ п/п	Источник
1	<i>Эрастов, Виктор Евгеньевич. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие для студ., обуч. по направлениям подготовки 654100 "Электроника и микроэлектроника" и 654600 "Информатика и вычислительная техника" / В.Е. Эрастов. — М. : ФОРУМ, 2008. — 204 с. : ил.</i>
2	<i>Салех, Бахаа Е.А. Оптика и фотоника. Принципы и применения = Fundamentals of photonics : [учебное пособие] : [в 2 т.] / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В.Л. Дербова. — Долгопрудный : Изд. Дом "Интеллект", 2012</i>

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

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные и практические занятия. Преобладающими методами и приемам обучения являются: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лекционного занятия: 1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса. 2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы. 3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах. 4. Заключение, формулировка выводов. 5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

Текущий контроль проводится путем проверки выполнения домашнего задания, входного контроля (в виде самостоятельных и контрольных работ, докладов и рефератов).

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для лекционных занятий, оснащенная: ноутбуком Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ, проектором BenQ MS 612ST, доской магнитно-маркерной 100*200.

Программное обеспечение: ОС Windows (WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc), Microsoft Office (OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc). Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ». Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product. Программный комплекс для ЭВМ - MathWorks. Система инженерного моделирования ANSYS HF Academic Research.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru>).

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 °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)°C	1.5	177°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	<u>0.5</u>	18.2 В

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.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Оценка уровня освоения дисциплины «Метрология» осуществляется по следующим показателям: предварительная оценка качества и своевременности выполнения практических работ; полнота ответов на вопросы к зачету.

Результаты сдачи зачета с оценкой студентами оцениваются «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно». Оценка выводится по результатам ответов студента на четыре вопроса. Оценка объявляется сразу же после окончания ответа по КИМ и заносится сначала в экзаменационную ведомость, а затем в зачетную книжку и подтверждается подписью экзаменатора. Оценка «неудовлетворительно» заносится только в экзаменационную ведомость.

Оценка **«отлично»** выставляется при следующих условиях:

- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в билете;

- правильно решена задача и показано умение грамотно применять теоретические знания в практических целях;
- материал изложен последовательно, практические примеры доведены до числовых значений.

Оценка **«хорошо»** выставляется при следующих условиях:

- даны полные достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы поставленные в билете, с представлением алгоритма вывода формул;
- правильно решена задача, но ход ее решения не является оптимальным;
- материал изложен правильно, в практических примерах представлен алгоритм решения;
- даны полные, но недостаточно обоснованные ответы на дополнительные вопросы;

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при следующих условиях:

- даны в основном правильные ответы на все вопросы билета, но без должной глубины и обоснования (нет алгоритма выводов основных формул);
- в решении задачи допущены отдельные ошибки, не приведшие к большим отклонениям от правильного ответа;
- материал изложен в основном правильно, но не соблюдена логическая последовательность изложения материала, ответ не подкреплён практическими примерами;
- даны не совсем полные и недостаточно обоснованные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется при условии не выполнения критериев других оценок.

Программа рекомендована _____ НМС физического факультета ВГУ

(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол № 6 от 23.06.2022 г