

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор К.В. Гоголинский

Проректор по образовательной
деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ
ИЗМЕРЕНИЙ

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки:	27.04.01 Стандартизация и метрология
Направленность (профиль):	Метрологическое обеспечение и квалиметрия
Квалификация выпускника:	магистр
Форма обучения:	очная
Составители:	к.т.н., доц. И.И. Сытько

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Методы оценки показателей точности результатов измерений» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «27.04.01 Стандартизация и метрология», утвержденного приказом Минобрнауки России приказ № 943 от 11.08.2020 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «27.04.01 Стандартизация и метрология», направленность (профиль) «Метрологическое обеспечение и квалиметрия».

Составители:

_____ к.т.н., доц. И.И. Сытько

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры метрологии, приборостроения и управления качеством 18 января 2021 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой

_____ д.т.н., доц. К.В. Гоголинский

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела
лицензирования, аккредитации и
контроля качества образования

_____ Ю. А. Дубровская

Начальник отдела методического
обеспечения учебного процесса

_____ к.т.н. А. Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины – получение студентами научно-теоретических и практических знаний об основных методах оценки показателей точности результатов измерений, как научной дисциплине, занимающей промежуточное положение между науками фундаментального цикла и техническими науками, подготовка студентов к решению профессиональных задач в области оценки результатов измерений.

Основные задачи дисциплины:

- изучение основных показателей качества измерений;
- изучение основных положений теории измерений;
- изучение факторов, влияющих на результаты измерений, их компенсации и исключения;
- освоение методов оценки показателей точности результатов измерений;
- овладение методикой обработки результатов измерений;
- освоение способов обнаружения промахов;
- изучение проблем перехода к концепции неопределенности результатов измерений;
- ознакомление с перспективами развития теории и практики измерений и оценки результатов измерений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы оценки показателей точности результатов измерений» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «27.04.01 Стандартизация и метрология», направленность (профиль) «Метрологическое обеспечение и квалиметрия» и изучается в 2 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Методы оценки показателей точности результатов измерений» являются «Специальные главы математики», «Компьютерные технологии», «Фундаментальные физические константы».

Дисциплина «Методы оценки показателей точности результатов измерений» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Инструментальный контроль показателей качества продукции», «Проектирование измерительных преобразователей и приборов», «Метрологическое обеспечение (по отраслям и секторам экономики)», «Межлабораторные сличительные испытания».

Особенностью дисциплины является более глубокое рассмотрение вопросов информационно-методического обеспечения в области практического применения методов и средств оценки показателей точности результатов измерений, изучаемых разделов и тем, что достигается применением информационных технологий и цифровых инструментов, что позволяет повысить уровень освоения изучаемых компетенций.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Методы оценки показателей точности результатов измерений» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен разрабатывать критерии и применять методы оценки эффективности полученных результатов в области стандартизации и метрологии в производственной и непроизводственной сферах	ОПК-4	ОПК-4.1. Знает основные методы оценки эффективности полученных результатов в области стандартизации и метрологии в производственной и непроизводственной сферах ОПК-4.2. Умеет разрабатывать критерии и применять методы оценки эффективности полученных результатов в области стандартизации и метрологии в производственной и непроизводственной сферах.
Способен управлять процессами по контролю соблюдения на предприятии метрологических требований	ОПК-6	ОПК-6.2. Умеет проводить работы по соблюдению обязательных метрологических требований, установленных законодательством РФ, по обеспечению единства измерений и техническому регулированию ОПК-6.3. Владеет методами контроля соблюдения на предприятии метрологических требований
Способен провести метрологический анализ технических решений и производственных процессов	ПКС-1	ПКС-1.1. Знает основную нормативно-правовую документацию, регламентирующую работы по метрологическому обеспечению предприятия ПКС-1.3. Владеет навыком проведения анализа состояния метрологического обеспечения технических решений и производственных процессов
Способен провести сбор, обработку, анализ, систематизацию и обобщению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований, разработать план и	ПКС-2	ПКС-2.3. Умеет системно подходить к проведению научно-исследовательской работы, получать, обрабатывать и анализировать результаты

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
программу проведения научных исследований, подготовить научно-технический отчет, обзор и публикации по результатам выполненных исследований и разработок		
Способен обеспечить выполнение заданий по разработке, актуализации и гармонизации действующей технической нормативной документации, стандартов и других документов по техническому регулированию, стандартизации, сертификации, метрологическому обеспечению и управлению качеством	ПКС-3	ПКС-3.2. Умеет выбирать эффективный метод решения задачи по разработке, актуализации и гармонизации действующей технической нормативной документации, стандартов и других документов по техническому регулированию, стандартизации, сертификации, метрологическому обеспечению и управлению качеством

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Методы оценки показателей точности результатов измерений» составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
Аудиторная работа, в том числе:	36	36
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия (ПЗ)	28	28
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	36	36
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
Расчетно-графическая работа (РГР)	12	12
Реферат	-	-
Подготовка к практическим занятиям	24	24
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э (36)	Э (36)
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. час.	108	108
зач. ед.	3	3

4.2 Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа студента
1.	Методы оценки показателей точности однократных измерений	20	2	8	-	10
2.	Математические модели распределения погрешностей	16	2	6	-	8
3.	Методы оценки показателей точности измерений с многократными наблюдениями	36	4	14	-	18
Итого:		72	8	28	-	36
Подготовка к экзамену		36				
Всего:		108	8	28	-	36

4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Введение. Предмет и задачи курса. Структура дисциплины «Методы оценки показателей точности результатов измерений», его связи с другими дисциплинами. Этапы развития метрологии и теории измерений. Рекомендуемая литература. Рекомендации по самостоятельной работе над учебным материалом. Критерии качества измерений: точность,	2

№ п/ п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>достоверность, правильность, сходимость, воспроизводимость, погрешность, неопределенность.</p> <p>Абсолютная и относительная погрешности измерения. Статическая и динамическая погрешности измерения. Систематическая и случайная составляющие погрешности измерений. Грубые погрешности и промахи.</p> <p>Факторы, влияющие на результаты измерений, их компенсация и исключение.</p> <p>Погрешности средств измерений. Классы точности измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Методы повышения точности средств измерений.</p> <p>Оценка точности прямых однократных измерений. Определение показателей точности косвенных измерений.</p> <p>Руководство по выражению неопределенности измерений. Оценка неопределенности по типу В.</p>	
2.	Раздел 2.	<p>Методы вероятностного описания погрешностей средств измерений и результатов измерений. Оценка числовых характеристик на основе эксперимента. Требования к оценкам числовых характеристик.</p> <p>Критерии согласия. Гистограмма. Порядок построения. Центр распределения погрешностей: среднее арифметическое, медиана, центр размаха, центр срединного размаха) Моменты распределения погрешностей. Параметры рассеивания погрешностей. Параметры островершинности и плосковершинности распределения погрешностей. Эксцесс и асимметрия. Промахи. Критерии оценки грубых погрешностей (промахов). Показатели формы распределения погрешностей. Информативные характеристики распределения погрешностей.</p>	2

№ п/ п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
3.	Раздел 3.	<p>Определение показателей точности прямых измерений с многократными независимыми наблюдениями. Вычисление доверительных границ случайной и неисключенной систематической погрешности результата измерений. Вычисление доверительных границ погрешности результата измерений.</p> <p>Руководство по выражению неопределенности измерений. Оценка неопределенности по типу А, расширенная неопределенность, бюджет неопределенности. Сопоставление РМГ 29-2013 и РМГ 29-99. Внедрение в метрологическую практику новых терминов и определений. Расширенная неопределенность, бюджет неопределенности. Переход от характеристик погрешности к неопределенности измерений.</p> <p>Обработка результатов нескольких серий измерений.</p> <p>Определение показателей точности прямых измерений с многократными неравноточными наблюдениями.</p> <p>Проблемы повышения точности средств измерений и пути их решения при проектировании, производстве и эксплуатации.</p> <p>Краткий обзор изученного материала. Рекомендации для самостоятельного углубления знаний в области оценки точности результатов измерений. Рекомендации по подготовке к экзамену.</p>	4
Итого:			8

4.2.3. Практические занятия

№ п./п.	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость, ак. час.
1.	Раздел 1.	Расчет погрешностей прямых однократных измерений	2
		Оценка правильности измерений	2
		Расчет погрешностей косвенных измерений	2
		Оценка неопределенности измерений по типу В	2
2.	Раздел 2.	Оценка параметров распределения по экспериментальным данным	2
		Построение гистограммы.	2
		Практическое применение критерия согласия К. Пирсона	2
		Обработка прямых измерений с многократными	4

3.	Раздел 3.	независимыми наблюдениями	
		Расчет оценок неопределенностей измерений.	2
		Составление отчета неопределенности	
		Процедура перехода от характеристик погрешности к неопределенности измерений	2
		Обработка результатов нескольких серий измерений	4
		Обработка экспериментальных данных входящих в неравнорасеянные серии измерений	2
Итого:			28

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

4.2.6. Расчетно-графические задания

№ п/п	Тематика расчетно-графических заданий
1.	Оценка погрешностей прямых однократных измерений (по вариантам)
2.	Оценка погрешностей косвенных измерений (по вариантам)
3	Составление отчета неопределенности измерений (по вариантам)
4	Процедура перехода от характеристик погрешности к неопределенности измерений (по вариантам)
5	Обработка результатов нескольких серий измерений (по вариантам)

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим

учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Методы оценки показателей точности однократных измерений

1. Показатели качества измерений.
2. Классы точности средств измерений.
3. Законы распределения вероятностей и их числовые характеристики.
4. Неопределенность типа Б.
5. Вероятностное описание погрешностей результатов измерений.
6. Погрешности, случайные и систематические эффекты, поправки.

Раздел 2. Математической модели распределения погрешностей

1. Экссесс, контрэксесс и энтропийный коэффициент.
2. Гистограмма. Порядок построения.
3. Критерии согласия.
4. Параметры островершинности и плосковершинности распределения погрешностей.
5. Грубые погрешности. Прوماхи.
6. Показатели формы распределения погрешностей.

Раздел 3. Методы оценки показателей точности измерений с многократными наблюдениями

1. Неопределенность измерений. Источники неопределенности измерений.
2. Неопределенность типа А.
3. Уровень доверия. Коэффициент охвата.
4. Определение суммарной стандартной неопределенности.
5. Определение расширенной неопределенности. Бюджет неопределенности.
6. Методика обработки результатов нескольких серий измерений. Критерий Фишера.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к экзамену (по дисциплине):

1. Показатели качества измерений.
2. Методика обработки результатов нескольких серий измерений.
3. Законы распределения вероятностей и их числовые характеристики.
4. Экссесс, контрэксесс и энтропийный коэффициент.
5. Вероятностное описание погрешностей измерений.
6. Погрешности, случайные и систематические эффекты, поправки.
7. Неопределенность измерений.
8. Источники неопределенности измерений.
9. Неопределенность типа А.
10. Неопределенность типа В.
11. Определение суммарной стандартной неопределенности.
12. Определение расширенной неопределенности.
13. Бюджет неопределенности.
14. Моделирование измерений.
15. Коррелированные и некоррелированные измеряемые величины.

16. Как оценивают погрешность косвенных измерений.
17. В чем отличие систематической и случайной погрешности измерения.
18. Как устанавливают нормирующее значение, если класс точности СИ выражен в форме приведенной погрешности.
19. В чем отличие неопределенности типа А от типа В.
20. Как влияет неточно известная поправка на неопределенность типа В.
22. Критерий Фишера
23. Критерии согласия. Критерий К. Пирсона.
24. Гистограмма. Порядок построения.
25. Как вычисляют энтропийный коэффициент.
26. Компенсация и исключение влияющих факторов.
27. Условие однородности серий измерений.
28. Факторы, влияющие на результат измерения.
29. Обозначение классов точности измерительных приборов.
30. Равнорассеянные и неравнорассеянные измерения.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	В качестве числовых характеристик законов распределения случайных величин используются ...	1. только начальные моменты. 2. только центральные моменты. 3. начальные и центральные моменты. 4. вариационные ряды.
2.	Для любого закона распределения случайных величин тождественно равняется нулю ... центральный момент.	1. первый 2. второй 3. третий 4. четвертый
3.	Для проверки равнорассеянности двух серий измерений применяют критерий ...	1. Чебышева. 2. Стьюдента. 3. Пирсона. 4. Фишера.
4.	При применении критерия К.Пирсона в каждом интервале должно быть не менее... показаний.	1. трех 2. пяти 3. семи 4. девяти
5.	В результате измерения получают ...	1. интервал, в котором могут находиться опорные значения измеряемой величины 2. калибровочную кривую 3. интервал, в котором находятся значения, которые могут быть приписаны измеряемой величине 4. значение, определяющее точку на числовой оси
6.	Какие математические операции можно производить с размерностью физических величин:	1. Сложение и вычитание 2. Только умножение 3. Деление и вычитание 4. Любые математические операции
7.	«Руководство по выражению неопределенности измерений» принято ...	1. Генеральной конференцией по мерам и весам. 2. Международным комитетом мер и весов. 3. Международной организацией по стандартизации. 4. Международным комитетом законодательной метрологии.
8.	Для случая равномерного ЗРВ, приведенного ниже, неопределенность измерения по типу В составится = ...	1. 1,73. 2. 3,46. 3. 1,00. 4. 2,00.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	 <p>- 1,73 + 1,73</p>	
9.	Класс точности средств измерений устанавливается на основании результатов их ...	1. первичной поверки. 2. калибровки. 3. испытаний. 4. аттестации.
10.	При расчете стандартной неопределенности измерений по типу В принимается ... закон распределения возможных значений измеряемой величины.	1. трапецеидальный 2. треугольный 3. нормальный 4. равномерный
11.	В цифровых вольтметрах погрешность, возникающая в результате квантования, называется погрешностью...	1. основной. 2. дискретности. 3. случайной. 4. систематической
12.	Отчет о неопределенности измерений, составляющих неопределенности, их вычислении и суммировании – это ...	1. результат измерений. 2. вычислительный отчет о неопределенности. 3. рабочий протокол. 4. бюджет неопределенности.
13.	При двух последовательных поверках нормального элемента были получены значения: $(1,000057 \pm 0,000001) \text{ В}$; $(1,000064 \pm 0,000001) \text{ В}$. Согласно требованиям поверочной схемы дрейф значения не должен превышать $4 \cdot 10^{-6}$. Нормальный элемент: ...	1. соответствует установленным требованиям. 2. не соответствует установленным требованиям. 3. может считаться эквивалентным эталону. 4. не соответствует виду измерений.
14.	В бюджете неопределенности указано: $u_{B1} = 2$, $u_{B2} = 2$, $u_{B3} = 2$, $u_{B4} = 2$, Суммарная неопределенность равна ...	1. 4. 2. 5. 3. 8. 4. 16.
15.	Сколько государственных первичных эталонов основных единиц SI?	1. 6 2. 5 3. 7 4. 8
16.	Нормальная область значений влияющих величин (температуры) в границах которой влиянием их на результат измерения можно пренебречь считаются:	1. $(273 \pm 10) \text{ К}$. 2. $(273 \pm 5) \text{ К}$. 3. $(293 \pm 100) \text{ К}$. 4. $(293 \pm 5) \text{ К}$.
17.	К основным единицам Международной системы единиц физических величин (СИ) относится ...	1. ампер. 2. вольт. 3. ватт. 4. ньютон.
18.	Серии измерений считаются однородными, если они подчиняются одному и тому же закону распределения вероятности, равнодисперсионные с ... различием между среднеарифметическими.	1. незначимым; 2. не очень малым; 3. малым. 4. не очень большим.
19.	Одним из методов исключения влияния факторов на результаты измерений является	1. суммирование. 2. экранирование.



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	...	3. вычитание. 4. деление.
20.	Под сходимостью понимается качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполненных в ... условиях.	1. одинаковых; 2. нормальных; 3. рабочих; 4. предельных.

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Для оценки симметричности закона распределения вероятностей случайных величин используется ... центральный момент.	1. первый 2. второй 3. третий 4. четвертый
2.	Интегральная функция распределения случайной величины является ... функцией.	1. линейной. 2. невозрастающей. 3. неубывающей. 4. убывающей.
3.	Для проверки гипотезы о нормальности закона распределения результата измерений используются критерии ...	1. составной и Фишера. 2. Пирсона и Фишера. 3. составной и Пирсона. 4. Стьюдента и Фишера.
4.	Отклонение математического ожидания серии результатов наблюдений от истинного значения измеряемой физической величины это:	1. Случайная погрешность измерения 2. Относительная погрешность измерения 3. Среднеквадратическое отклонение 4. Систематическая погрешность
5.	Можно ли при измерении обойтись без измерительного эксперимента, заменив его расчетом?	1. нет 2. да 3. в случае необходимости 4. в отдельных случаях
6.	Одним из методов исключения влияния факторов на результаты измерений является ...	1. суммирование. 2. экранирование. 3. вычитание. 4. деление.
7.	Оценивание составляющей неопределенности измерения путем статистического анализа измеренных значений величины называют оцениванием по типу ...	1. А. 2. В. 3. С. 4. D.
8.	В результате измерений установлено, что интересующее значение Q находится в интервале от Q_1 до Q_2 , тогда аналог среднеквадратического отклонения определяется выражением ...	1. $u = \frac{Q_2 - Q_1}{2\sqrt{3}}$ 2. $u = \frac{Q_2 - Q_1}{\sqrt{3}}$ 3. $u = \frac{Q_2 - Q_1}{2}$ 4. $u = \frac{Q_2 - Q_1}{\sqrt{2}}$
9.	В соответствии с требованиями ИСО в качестве показателя точности измерений следует использовать ... измерений.	1. расширенную неопределенность 2. приведенную погрешность 3. относительную погрешность

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. абсолютную погрешность
10.	В цифровых вольтметрах отсутствует погрешность...	1. дискретности. 2. шунтирования входным сопротивлением. 3. параллакса. 4. от помех.
11.	При калибровке нормального элемента получено значение 1,0035 В при $U = 3 \cdot 10^{-4}$. Какая запись результата правильная?	1. $(1,0035 \pm 0,0003)$ В 2. $(1,00350 \pm 0,00015)$ В 3. $(1,0035 \pm 0,0006)$ В 4. $(1,00350000 \pm 0,00000003)$ В
12.	При измерении падения напряжения U_1 получено стандартное отклонение $S_1=3$ мВ. При измерении падения напряжения U_2 получено стандартное отклонение $S_2=4$ мВ. Для разности $\Delta U=U_1-U_2$ суммарное стандартное отклонение S_Σ будет равно: ...	1. 7 мВ. 2. 5 мВ. 3. 4 мВ. 4. 1 мВ.
13.	Был измерен диаметр вала d . Площадь сечения вала $S = \pi d^2/4$. С каким числом знаков после запятой необходимо знать значение числа π , если результат измерения диаметра $(1,00 \pm 0,02)$ м.	1. 2 2. 3 3. 6 4. 10
14.	Если результат измерения подчиняется нормальному закону распределения вероятности, то любое его случайное значение удалено от среднего значения не более чем на ... с вероятностью 0,997.	1. $\pm 3\sigma$; 2. $\pm 2,5\sigma$; 3. $\pm 2,0\sigma$; 4. $\pm 1,6\sigma$.
15.	Обобщенная характеристика средств измерений данного типа, определяемая пределами допускаемой погрешности называется...	1. абсолютной погрешностью; 2. статической погрешностью 3. инструментальной погрешностью; 4. классом точности;
16.	Условия измерений бывают...	1. благоприятные; 2. хорошие; 3. нормальные, рабочие и предельные; 4. плохие;
17.	Термостатирование измерительных приборов применяют для уменьшения и исключения влияния на результат измерения...	1. электрических полей; 2. температуры окружающей среды; 3. механических воздействий; 4. акустических воздействий;
18.	Кривые плотности распределения вероятности отсчета с пологой вершиной имеют эксцесс...	1. равный трем; 2. больше трех; 3. меньше трех, вплоть до отрицательного; 4. отрицательный;
19.	К основным единицам Международной системы единиц физических величин (СИ) не относится ...	1. кельвин. 2. кандела. 3. ампер. 4. паскаль.
20.	При одном и том же интервале $[\theta_1; \theta_2]$ не точно известной поправки, неопределенность типа В больше для «... закона распределения вероятности».	1. трапециадального; 2. треугольного; 3. нормального; 4. равномерного.

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Интеграл в бесконечных пределах от плотности вероятности случайной величины равняется ...	1. бесконечности. 2. 10. 3. 2. 4. 1.
2.	Одним из требований к оценкам числовых характеристик законов распределения вероятностей является их ...	1. непрерывность. 2. состоятельность. 3. инвариантность. 4. взаимозаменяемость.
3.	При обработке многократного измерения для проверки серии значений на наличие промахов применяют критерий ...	1. «пяти сигм». 2. «трех сигм». 3. Пирсона. 4. Фишера.
4.	Каким законом распределения вероятности обычно описывается результат измерения измерительным прибором?	1. дискретным 2. непрерывным 3. нормальным 4. теоретическим
5.	Современная метрология состоит из трех разделов. Исключите лишнее	1. Теоретическая метрология 2. Прикладная метрология 3. Производственная метрология 4. Законодательная метрология
6.	Параметр, характеризующий диапазон возможных значений величины после измерения:	1. диапазон измерений 2. чувствительность 3. неопределенность 4. погрешность
7.	По взаимодействию с объектом измерения средства измерений разделяют на....	1. контактные и безконтактные 2. абсолютные 3. прямые 4. косвенные
8.	Одним из требований к оценкам числовых характеристик законов распределения вероятностей является их ...	1. непрерывность. 2. состоятельность. 3. инвариантность. 4. взаимозаменяемость.
9.	Неопределенность, связанная с введением поправки, как правило, оценивается по типу ...	1. А. 2. В. 3. С. 4. D.
10.	Суммирование согласно выражению $\sqrt{u_A^2 + u_B^2}$ Позволяет оценить ...	1. суммарную стандартную неопределенность. 2. расширенную неопределенность. 3. общую неопределенность типа А. 4. СКО.
11.	В условном обозначении класса точности используются римские цифры, если нормируется ... погрешность средств измерений.	1. относительная или приведенная 2. приведенная 3. относительная 4. абсолютная
12.	Для измерения напряжения постоянного тока могут быть использованы 4 вольтметра с пределом измерений 250 В. Классы точности вольтметров: 1) 1,0 2)  3)  4) 2,5	1. первый 2. второй 3. третий 4. четвертый

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	Показание всех вольтметров 125 В. Наиболее точное измерение обеспечивает ... вольтметр.	
13.	При двух последовательных поверках мере электрического сопротивления были приписаны значения: 20,0045 Ом, 20,0025 Ом Дрейф действительного значения составил: ...	1. $2 \cdot 10^{-3}$. 2. $2 \cdot 10^{-4}$. 3. $1 \cdot 10^{-3}$. 4. $1 \cdot 10^{-4}$.
14.	В бюджете неопределенности записано: $S = 1$, $u_{B1} = 1$, $u_{B2} = 1$. Суммарная стандартная неопределенность измерения равна ...	1. 1. 2. 1,73. 3. 2. 4. 3,46.
15.	Если на измерительном приборе указан класс точности 0,5 , то это означает, что погрешность всех приборов данного типа выражена ...	1. в относительной форме 2. в абсолютной форме 3. в приведенной форме 4. значением случайной составляющей погрешности
16.	Погрешность измерений, связанную с конструкцией средства измерения, называют....	1. абсолютной 2. случайной 3. дополнительной 4. инструментальной
17.	Международная система единиц физических величин (СИ) принята ...	1. Генеральной конференцией по мерам и весам. 2. Международным комитетом мер и весов. 3. Международным бюро мер и весов. 4. Международным комитетом законодательной метрологии.
18.	По характеру проявления погрешности измерений бывают...	1. систематические, случайные и грубые 2. частные 3. статические 4. динамические
19.	Общие вопросы теории измерений рассматривает ...	1. теоретическая метрология. 2. законодательная метрология.. 3. метрологическая экспертиза. 4. квалиметрия.
20.	Условия измерений бывают...	1. благоприятные 2. нормальные, рабочие и предельные 3. хорошие 4. плохие

6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий

экзамен:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины,	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
	допускает неточности в ответе на вопрос	некоторые неточности в ответе на вопрос.	его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1 Основная литература

1. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / И. А. Иванов, С. В. Урушев, Д. П. Кононов [и др.]; под редакцией И. А. Иванова, С. В. Урушева. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 356 с. – ISBN 978-5-8114-6568-2. – Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148979>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Пухаренко Ю. В. Статистическая обработка результатов измерений : учебное пособие для вузов / Ю. В. Пухаренко, В. А. Норин. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 236 с. – ISBN 978-5-8114-7274-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/>

2. Петрова Е. И. Методы и средства измерений и контроля : учебное пособие / Е. И. Петрова. – Омск : Омский ГАУ, 2020. – 78 с. – ISBN 978-5-89764-838-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/136153>

3. Кравцов А.Н. Метрология: учебник/ А.Н. Кравцов, А.Н. Дорохов, Р.О. Лавров. - СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2019. – 317 с.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Коминов С. В. Метрология: технические измерения и приборы: практикум / С. В. Коминов. – Москва: Изд. Дом МИСиС, 2009. – 113 с. – ISBN 878-5-87623-242-7. –Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1243161>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРМАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

Аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы. Имеется мультимедиа сопровождение разделов дисциплин в виде фильмов, презентаций, тематических электронных плакатов.

Компьютерная техника:

мультимедийный проектор – 2 шт.; управляющий ПК мультимедийного комплекса (системный блок – 1 шт., монитор – 2 шт., доступ к сети «Интернет») – 2 шт.; принтер – 1 шт.; компьютерный класс с возможностью подключения к сети «Интернет» включающий 16 ПК (системный блок – 16 шт., монитор – 16 шт.).

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2020

года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Office Std 2010 RUS (Контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014)

2. Microsoft Office Std 2013 RUS OLP NL Acsmc (Контракт № 0372100009515000100-0003177-01 от 26.06.2015 года)

3. Операционная система Microsoft Windows Pro 7 PRO RUS (Контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014)

4. Операционная система Лицензия Windows 8 Pro 32-bit/64-bit (Контракт № 0372100009515000100-0003177-01 от 26.06.2016 года)

5. Антивирусное программное обеспечение ESET NOD32 Smart Security Business Edition newsale (Договор № 0372100009513000040-0003177-02 от 05.11.2017 года, Контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014, Контракт № 0372100009515000100-0003177-01 от 26.06.2017 года)