

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева»
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Глебов В.В.

« 22 » июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.24 Метрология, стандартизация и сертификация
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: _____ 12.03.01 _____ Приборостроение
(код и направление подготовки)

Направленность: _____ Информационно измерительная техника и технологии
(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения: _____ очная, заочная
(очная, заочная)

Год начала подготовки: _____ 2019 _____

Объем дисциплины: _____ 144/4 _____
(часов/з.е)

Промежуточная аттестация: _____ зачет _____
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра _____ Авиационные приборы и устройства
(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик _____ Авиационные приборы и устройства
(наименование кафедры)

Разработчик (и) _____ Гайнов С.И. ст. преподаватель
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас
2021г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 945, на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 09.06.2021 г. № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 18.06.2021 г. № 4/1

Заведующий кафедрой _____ Гуськов А.А.
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,
протокол от 22.06.2021 г. № 15

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 12.03.01-24

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	5
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	9
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	9
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	14
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости	14
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине	28
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине	30
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	32
6.1 Основная литература.....	32
6.2 Дополнительная литература	32
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	32
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	32
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы	32
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины	33
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	33
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	33
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	34
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	34
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа	34
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	35
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях.....	35
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	35
10.6 Методические указания для выполнения Контрольной работы	35
10.7 Методические указания для выполнения курсовой работы (проекта)	36
10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса	36

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Метрология стандартизация и сертификация» является изучение математических и практических основ обработки и представления результатов измерений, выполнения оценки точности и погрешности, выработка навыков по применению нормативной документации по точностным характеристикам приборов, стандартов по измерительным процессам.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

- анализ метрологической, точностной задачи в области измерений и приборостроения;
- выработка навыков в расчете и выбор точностного класса средств измерения для обеспечения требуемой точности измерений;
- выработка навыков в области обеспечения единства измерений;
- выработка навыков и умений при обработке результатов измерений, экспериментов, оценке точности полученных результатов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» включена в перечень дисциплин обязательной части, определяющих ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Математика», «Физика», «Электротехника», «Физические основы получения информации».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация», необходимы при подготовке выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Метрология стандартизация и сертификация» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» направлен на формирование элементов общепрофессиональной компетенции компетенций ОПК-3 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение»

Таблица 3.1-Формирование компетенций дисциплинами для очной формы обучения

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-3								
Физика	+	+						
Электротехника			+	+				
Физические основы получения информации			+	+				
Метрология, стандартизация и сертификация						+		
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								+
Государственная итоговая аттестация								+

Таблица 3.2-Формирование компетенций дисциплинами для заочной формы обучения

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины									
	Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОПК-3										
Физика	+	+								
Электротехника					+					
Метрология, стандартизация и сертификация					+					
Физические основы получения информации						+				
Государственная итоговая аттестация										+
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР										+

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении	ИОПК 3.1 Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений	Знать: -Способы измерения величин приборами при различных методах его применения -Способы и приемы уменьшения погрешностей в измерениях - Перечень нормативных документов (ГОСТ, МИ) регламентирующих процессы проведения, методики обработки результатов измерений, выбора приборов.	Уметь: -Выбирать методики на процессы проведения эксперимента, обработки результата по рекомендации нормативной документации - Оценивать точность измерений и качество измерений, по метрологическим характеристикам оборудования, условий эксперимента, применяемой методики	Владеть: - Навыком поиска и анализа нормативной документации, методик регламентирующих процесс измерения - Навыком анализа метрологических характеристик приборов и процесса измерения для достижения требуемых точностей результатов в эксперименте и выявления источников погрешностей.
	ИОПК 3.2 Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	Знать: - Перечень основных числовых показателей характеризующих точность измерений; - Метрологическую терминологию; - Методики и математический аппарат для числовой обработки и графического представления результата измерений, погрешностей.	Уметь: - Применять типовые методики обработки однократных, многократных, прямых и косвенных измерений к физическим величинам различной природы - Определять точностные критерии процесса измерения, оценивать по ним качество проведения эксперимента	Владеть: - Навыком применения типовых методик обработки результатов однократных, многократных, прямых и косвенных измерений по рекомендациям ГОСТ - Способностью анализа и выявления причин, источников случайных и систематических погрешностей из результата обработки измерений

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. ед. или 144 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения / заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в академ. часах		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		6(очно)/	5(заочно)
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	144/144	144/-	-/144
1. Контактная работа:	64/31	64/-	-/31
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	60/24	60/-	-/24
занятия лекционного типа (Л)	28/10	28/-	-/10
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	16/8	16/-	-/8
лабораторные работы (ЛР)	16/8	16/-	-/8
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4/5	4/-	-/5
курсовая работа (проект) (КР/КП), расчетно-графическая работа (РГР), контрольная работа (к.р.) (консультация, защита)	-/1	-/-	-/1
текущий контроль, консультации по дисциплине (КСР)	4/4	4/-	-/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	-/-	-/-	-/-
2. Самостоятельная работа (СРС)	80/113	80/-	-/113
реферат/эссе (подготовка)	-/-	-/-	-/-
расчетно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-/-	-/-	-/-
контрольная работа	-/18		-/18
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-/-	-/-	-/-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	72/87	72/-	-/87
Подготовка к экзамену (контроль)	-/-	-/-	-/-
Подготовка к зачету / <u>зачету с оценкой</u> (контроль)	8/8	8/-	-/8

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной/заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (академ. час)				Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
6 семестр/8 семестр						
ОПК-3 (ИОПК 3.1)	Раздел 1. Основные термины и определения метрологии					
	1.1 Предмет метрологии (понятие измерения, направления метрологии, положения межгосударственного РМГ 29-99)	0,5/ 0,25			1/1	изучение материала 6.1.1, 6.1.2 6.2.1
	1.2 Системы единиц физических величин (размерность физвеличины и её описание, характеристики размера единицы, основное уравнение измерения), система единиц СИ (осн положения по ГОСТ 8.417-02)	1/0,25			2,5/ 3,5	
	ПЗ по теме 1.2 «Анализ и синтез размерностей физ. величин»			2/1		
	1.3 Измерительные шкалы физических величин (назначение, типы структура, неметрические шкалы, метрические шкалы (интервалов, отношения, абсолютные))	1/0,25			2/2	изучение материала 6.1.2, 6.1.3
	тестирование в СДО по разделу 1				1,5/ 1,5	Тест в СДО
	Итого по разделу 1	2,5/ 0,75	--	2/1	7/8	
	Раздел 2. Основы теории погрешностей					

ОПК-3 (ИОПК 3.1) (ИОПК 3.2)	2.1 Классификация погрешностей, их описание, свойства (по численному представлению, по характеру проявления в измерении, по влиянию внешних условий, по зависимости от измеряемой величины, случайные, систематические, дрейфовые, промахи)	1/0,25			2/2	изучение материала 6.1.1, 6.1.2 6.2.1
	2.2.Описание систематических погрешностей (характеристики проявления и описание, инструментальная, температурная)	1/0,25			2/2	изучение материала 6.1.1, 6.1.2
	2.3 Обнаружение и компенсация систематических погрешностей в измерениях (определение границ неисключенной систематической погрешности, методы устранения систематической погрешности в измерениях (замещения, противопоставления, компенсации по знаку, рандомизации) , графический и метод рандомизации, поправки)	1/0,25			2/2	изучение материала 6.1.1, 6.1.3 6.2.3
	2.4 Описание случайных погрешностей (вероятностная методика описания случайных погрешностей, закон плотности распределения, числовые параметры распределения случайной погрешности, оценка результата и погрешности случайной погрешности с неизвестным законом распределения)	1/0,25			3/4	изучение материала 6.1.1, 6.1.3 6.2.3
	2.5. Законы плотности распределения случайных погрешностей их параметры (нормальный закон Гаусса и его характеристики, равновероятный закон, доверительная вероятность и доверительный интервал, квантильный множитель, множитель Стьюдента при нормальном распределении, оценка границы случайной погрешности)	1/0,5			3/4	изучение материала 6.1.1, 6.1.3 6.2.3
	ЛР по теме 2.5 «Изучение вероятностных характеристик результатов многократных измерений»		4/4			
	2.6 Грубые погрешности и методы исключения промахов (понятие метрологического промаха и его свойства, критерий «трех сигма», критерии Романовского, Диксона, Граббса, Шовенэ)	1/0,5			3/4	изучение материала 6.1.3, 6.2.3
	ПЗ по теме 2.6 «Расчет параметров промахов по критериям»			2/1		
	2.7 Обработка измерений с однократными наблюдениями (Основные положения и методика обработки по ГОСТ Р50.2.038-2004 (определение результата (оценки),определение границ неискл. погрешностей, определение границ результата измерения и его запись))	1/0,5			3/4	изучение материала 6.1.1, 6.2.1
	ПЗ по теме 2.7 ПЗ по теме «Обработка результатов измерений с однократными наблюдениями»			3/1		
ОПК-3 (ИОПК 3.1) (ИОПК 3.2)	2.8 Обработка измерений с многократными наблюдениями (Основные положения и методика обработки по ГОСТ Р 8.736-2011, ГОСТ (определение точечных оценок , закона распределения, определение результата (оценки),определение границ неискл. погрешностей, определение границ результата измерения и его запись))	1/0,5			3/4	изучение материала 6.1.1, 6.2.1
	ПЗ по теме 2.8 ПЗ по теме «Обработка результатов измерений с многократными наблюдениями »			3/2		
	Тестирование в СДО по разделу 2				3/3	Тест в СДО
	Итого по разделу 2	8/3	4/4	8/4	24/29	
	Раздел 3. Единство измерений. Меры и эталоны единиц физических величин					
ОПК-3 (ИОПК 3.1)	3.1 Воспроизведение единиц физических величин (понятие меры, эталона и их характеристики, свойства мер и эталонов, требования к ним, положения ГОСТ Р 8.885-2015) (основные положения закона N 102-ФЗ "Об обеспечении единства измерений")	1/0,25			2/2	изучение материала 6.1.1, 6.1.2 6.2.1
	3.2 Реализация и применение эталонов (положения ГОСТ Р 8.885-2015, типы и классы эталонов) (точность эталонов ГОСТ 8.381-2009)	1/0,25			2/2	
	3.3 Процесс поверки и поверочная схема (понятие и процесс поверки и калибровки, передача размера единицы средству измерения, типы и структура поверочных схем, методика определения поверочных схем по МИ 83-76, построение схем по ГОСТ 8.061-80, условие соотношения погрешностей поверяемого и образцового СИ при поверке, калибровке, поверительные и калибровочные протоколы и клейма)	2/0,5			3/4	изучение материала 6.1.1, 6.1.3 6.2.3
	ЛР 1 по теме 3.3 «Поверка вольтметра с помощью калибратора в режиме генерации напряжения		4/4			

	<i>ЛР 2 по теме 3.3</i> «Проверка амперметра с помощью калибратора в режиме генерации тока»		4/-			
	<i>Тестирование в СДО по разделу 3</i>				2/2	Тест в СДО
	Итого по разделу 3	4/1	8/4	--	9/10	
ОПК-3 (ИОПК 3.2)	Раздел 4. Средства измерения и процесс измерения					
	4.1 Описание структур и классификация средств измерения (преобразователь, датчик, прибор, установка, система)	1/0,25			1/1	изучение материала 6.1.1, 6.1.3 6.2.3
	4.2 Виды и методы измерения их характеристики (виды: по цели, по методу, по условиям, по характеру результата, по степени достаточности, прямые, косвенные, совокупные, совместные, обработка погрешностей при косвенных измерениях, МИ 2083-90)	1/0,5			3/4	
	<i>ПЗ по теме 4.2</i> «Обработка погрешностей при косвенных и совместных измерениях»			2/1		
	4.4 Метрологические характеристики средств измерения и их нормирование (положения ГОСТ 8.009-84)	1/0,5			3/4	изучение материала 6.1.1, 6.2.1
	<i>ЛР по теме 4.4</i> «Определение основной погрешности калибратора в режиме генерации тока косвенным методом с помощью образцовой меры сопротивления»		4/-			
	4.5 Классы точности СИ их типы, расчет и выбор, нормирование классов и обозначение на СИ (положения ГОСТ 8.401-80)	1/0,5			4/5	изучение материала 6.1.1, 6.2.1
	<i>ПЗ по теме 4.5</i> «Расчет классов точности СИ»			2/1		
	4.6 Метрологическая исправность и межповерочные интервалы (опр. поверочных и калибровочных интервалов по РМГ 74-2004)	1/0,25			2/2	изучение материала 6.1.1, 6.2.1
	<i>Тестирование в СДО по разделу 4</i>				2/2	Тест в СДО
	Итого по разделу 4	5/2	4/-	4/2	15/18	
ОПК-3 (ИОПК 3.2)	Раздел 5. Методы повышения точности измерений и графической обработки эксп. результата					
	5.1 Методы информационной избыточности в измерениях (замена класса СИ, выбор оптимальной методики измерения, структурная информационная избыточность)	0,5/ 0,25			2/2	изучение материала 6.1.1, 6.1.3 6.2.2
	5.2 Методы построения графиков по экспериментальным результатам (метод усреднения по эксп. точкам; линейаризация по диапазону, по среднему наклону; метод обведения контура границ рассеяния эксп. точек; метод медианных центров, метод наименьших квадратов)	1/ 0,5			2/3	
	5.3 Методы идентификации функциональных зависимостей по графическим результатам измерений (метод идентификации уравнения зависимости по каталогу функций, метод интерполяции функции в виде полинома)	1/ 0,5			2/3	
	<i>ПЗ по темам 5.1, 5.2</i> «Построение экспериментальных графиков и идентификация зависимостей»			2/1		
	<i>Тестирование в СДО по разделу 5</i>				2/2	Тест в СДО
	Итого по разделу 5	2,5/ 1,25	--	2/1	8/10	
ОПК-3 (ИОПК 3.1) (ИОПК 3.2)	Раздел 6. Основы стандартизации					
	6.1 Цели и задачи стандартизации (сущность, аспекты, уровни)	0,5/0,1			0,5/0,5	изучение материала 6.1.1, 6.2.1 6.2.3
	6.2 Методы и формы стандартизации (методы: параметрический, комплексный, опережающий, формы: симплификация, унификация, типизация, агрегатирование)	0,5/0,1			0,5/0,5	
	6.3 Нормативные документы по стандартизации. (Виды стандартов, структура ГОСТ, ОСТ, ТУ,) (положения ГОСТ Р 1.0-2012, основные положения ГОСТ Р 1.2-2020)	1/0,6			1/2	
	6.4. Международная стандартизация (функции ISO, внедрение стандартов качества ISO 9000 в РФ)	0,5/0,1			0,5/1	
	6.5 Госнадзор в области стандартизации (основные положения ФЗ N162- ФЗ «О стандартизации в РФ», права и обязанности в области стандартизации)	0,5/0,1			1/1	
	<i>Тестирование в СДО по разделу 6</i>				1/1	Тест в СДО
	Итого по разделу 6	3/1	--	--	4,5/6	
	Раздел 7. Основы сертификации					
	7.1 Цели и объекты сертификации (сущность сертификации, цели сертификации, объекты сертификации, добровольная и обязательная	0,5/0,1			0,5/1	

ОПК-3 (ИОПК 3.1) (ИОПК 3.2)	сертификация, осн положения Пост Прав-ва №982)					изучение материала 6.1.1, 6.2.1 6.2.3
	7.2 Органы по сертификации (требования, положения ГОСТ Р ИСО/МЭК 65-2000)	0,5/0,1			0,5/1	
	7.3 Схемы сертификации в РФ (осн положения ГОСТ Р 53603-2009)	1/0,6			1/1,5	
	7.4 Структура сертификата и декларации о соответствии (осн положения приказа Минпромторга N 1934)	0,5/0,1			1/1	
	7.5 Основы квалиметрии (понятие качества, группы показателей качества, объективные и эвристические методы оценки качества)	0,5/0,1			0,5/0,5	
	<i>тестирование в СДО по разделу 7</i>				1/1	Тест в СДО
	Итого по разделу 7	3/1	--	--	4,5/6	
ОПК-3	КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА (заочная форма)				-/18	Самост. работа по контрольной работе
	ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	28/10	16/8	16/8	72/105	

Используемые активные и интерактивные технологии приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Устные тематические вопросы для развития критического мышления Обсуждение лекционного материала, дискуссия Тестовые технологии
Практические занятия	Дискуссия по расчетному и теоретическому материалу Тестовые технологии Информационно-коммуникационные технологии Коммуникативная работа в малых группах
Лабораторные работы	Дискуссия по экспериментальному материалу Коммуникативная работа в малых группах

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.

Оценочные процедуры в рамках текущего контроля проводятся преподавателем дисциплины. На первом занятии дисциплины преподаватель обязан ознакомить студентов с процедурой, регламентом набора оценочных баллов и критериями оценивания (табл. 5.1, 5.2), регламентом соответствия набранных баллов оценке на зачете (табл. 5.3). На лекциях оценивается активность участия в дискуссионных обсуждениях, ответы на тесты преподавателя при работе в интерактивном режиме. Практические занятия проводятся в форме аудиторного решения задач по конкретным темам курса и в форме самостоятельного аудиторного решения задач студентами с консультациями у преподавателя с последующей проверкой результата работы преподавателем. Лабораторные работы по отдельным разделам курса – проводятся в форме аудиторных работ с применением измерительных приборов малыми группами совместно с преподавателем с последующей защитой отчета по результатам выполнения в малой группе. При решении задач, при защите отчетов по лабораторным работам преподавателем оценивается понимание выполненной работы, правильности решения, расчетов, затраченное время, качество изложения расчетов и эскизов, объяснение, ответы на вопросы.

Самостоятельная работа студентов всех форм обучения включает самостоятельную проработку теоретического материала по темам и разделам курса, подготовку отчетов по лабораторным занятиям, выполнение тестирования, выполнение контрольной работы (заочная форма). Текущая аттестация проводится в форме устного опроса на практических занятиях по теоретическим материалам, проверки и защиты отчетов по лабораторным работам, проверки

конспекта и качества его самостоятельной доработки. По итогам изучения отдельных разделов курса текущая аттестация дополнительно проводится в форме тестирования в Среде Дистанционного Обучения (СДО) Moodle. Тесты в СДО Moodle представлены в виде вопросов, требующих ответа в различных формах (выбор ответа, сортировка, соотнесение, численный ответ, логический ответ). На тест по каждому разделу дается не более 2-х попыток, время начала выполнения регламентируется преподавателем (но не позднее окончания последующего раздела и не позднее, чем за 2 недели до дня зачета), дополнительные попытки согласуются с преподавателем. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1. Студент допускается к промежуточной аттестации (зачет), если в результате изучения разделов дисциплины в рамках текущего контроля по каждой теме выполнены 100% практических работ, 100% лабораторных работ, пройдено тестирование по каждому разделу. За успешно выполненные практические работы и выполненные лабораторные работы (успешно защищенные отчеты по ЛР), успешное тестирование по каждой теме, студент получает по 1 баллу (по каждому пункту). Отчеты по ЛР хранятся у преподавателя и используются при дополнительной дискуссии со студентом при промежуточной аттестации, результаты тестирования сохраняются в СДО.

Зачет проводится в аудиторной форме. Билет к зачету включает в себя 1 теоретический вопрос и 1 расчетную задачу. Время на подготовку ответа не более 20 минут. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (очная форма и заочная форма обучения - зачет) представлены в табл. 5.2. Для получения соответствующей зачетной оценки студенту необходимо набрать установленное число баллов (см табл 5.3). Контрольная работа студентов заочной формы обучения оценивается по системе – зачет/незачет. Контрольная работа включает в себя самостоятельное решение перечня предлагаемых задач из различных практических разделов курса. Для сдачи контрольной работы необходимо выполнить решение всех задач, ответить на вопросы преподавателя, пояснить выявленные ошибки и неточности в работе.

Итоговая оценка по дисциплине формируется по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (табл 5.3- 5.4).

Таблица 5.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации
(по общепрофессиональной компетенции ОПК-3) очная заочная (6 семестр), заочная форма (5 семестр)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			уровень показателя «недостаточный» (0 баллов)	уровень показателя «достаточный» (1 балл)	
ОПК-3. Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении	ИОПК-3.1-Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений. ИОПК-3.2-Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	Знания - Метрологическую терминологию; - Способы измерения величин приборами - Способы и приемы уменьшения погрешностей в измерениях - Перечень нормативных документов (ГОСТ, МИ) регламентирующих проведение и обработки результатов - Перечень основных показателей характеризующих точность измерений; - Методики и математич. аппарат для числовой обработки и графического представления результата измерений, погрешностей	а) Отсутствие участия в дискуссии или единичные преимущественно неверные высказывания; б) Отсутствие ответов на вопросы или при ответе путает понятия, не понимание способов измерения величин и приемов уменьшения погрешностей, не понимание нормативной документации, не знание показателей точности измерений, не знание методик обработки результатов измерения	а) Активное участие в дискуссии, полные аргументированные высказывания по тематикам курса; б) Уверенные ответы на вопросы с логичными связями процессов измерения в различных областях, понимание способов измерения величин и приемов уменьшения погрешностей, уверенный анализ и понимание положений нормативной документации, четкое знание показателей точности измерений, понимание методик обработки результатов измерения	а) Контроль активности участия в дискуссиях на лекциях, ПЗ и ЛР при работе в интерактивном режиме; Проверка лекционного конспекта и самостоятельной доработки теоретического материала в нем б) Устный опрос на практических занятиях и при защите отчетов по ЛР
		Умения -Выбирать методики проведения эксперимента, обработки результата по нормативной документации - Оценивать точность и качество измерений, по метрологическим характеристикам оборудования, условий эксперимента, методики - Применять типовые методики обработки однократных, многократных, прямых и косвенных измерений к физическим величинам различной природы.	а) Не понимание и не способность применять методики измерений, обработки результата. Неспособность оценить точность результата по параметрам приборов и условий эксперимента. Полное не умение применить типовые методики обработки любых типов измерений. Абсолютная неспособность к анализу и поиску нормативной документации. б) Неспособность анализировать погрешность результата и оценить источники погрешностей. Неспособность применить	а) Уверенная способность применять методики измерений, обработки результата. Умение оценить точность результата по параметрам приборов и условий эксперимента. Навык применения типовых методик обработки измерений. б) Способность к анализу и поиску нормативной документации. Навык анализа погрешности результата и выявления источников погрешностей. Способность применить типовые методики обработки результатов измерений различных типов по рекомендациям.	а) Контроль активности участия в дискуссиях на лекциях, ПЗ и ЛР при работе в интерактивном режиме; Проверка лекционного конспекта и самостоятельной доработки теоретического материала в нем б) Проверка результата

		Навыки - Навык поиска и анализа нормативной документации, методик регламентирующих процесс измерения - Навык анализа метрологических характеристик приборов и процесса измерения для достижения требуемых точностных результатов в эксперименте и выявления источников погрешностей. - Навык применения типовых методик обработки результатов однократных, многократных, прямых и косвенных измерений по рекомендациям ГОСТ - Способность к анализу и выявлению причин, источников случайных и систематических погрешностей в результатах обработки измерений	типовые методики обработки результатов измерений различных типов по рекомендациям. Не умение выявить наличие и оценить причины случайных и систематических погрешностей в результатах измерений в) менее 60% тестовых заданий по теме верны	Умение выявить наличие и оценить причины случайных и систематических погрешностей в результатах измерений в) более 60% тестовых заданий по теме верны	на практических занятиях и при защите отчетов по ЛР в) Проверка результатов тестирования в СДО
--	--	--	--	--	---

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (по общепрофессиональной компетенции ОПК-3) (очная (6 семестр), заочная форма (8 семестр) обучения, зачет)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания				Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств оборудования для проведения экспериментальных исследований и измерений. ИОПК-3.2-Обрабатывает и представляет полученные		Знания - Метрологическую терминологию; -Способы измерения величин приборами -Способы и приемы уменьшения погрешностей в измерениях - Перечень нормативных документов (ГОСТ, МИ) регламентирующих проведение и обработки результатов - Перечень основных показателей характеризующих точность измерений; - Методики и математич. аппарат для числовой обработки и графического представления результата измерений, погрешностей	Нет ответа на теоретические вопросы билета. Полная неспособность поддержать дискуссию по теме вопроса	Единичные высказывания по вопросу Спутанность , непоследовательность ответа при дискуссии по теме вопроса	Изложение ответа по вопросу с отдельными ошибками. на основе лекционного материала без самостоятельной доработки. Уверенность при дискуссии по теме вопроса	Изложение ответа развернутое без ошибок. Уверенность при дискуссии по теме вопроса. Умение выявлять собственные ошибки в ответе их аргументировать. Демонстрация дополнительных (не лекционных) знаний по вопросу в рамках темы	Ответ на теоретический вопрос билета
			Нет ответа на дополнительные вопросы из списка к зачету. Полная неспособность поддержать дискуссию по теме вопроса	Единичные высказывания по вопросу Спутанность , непоследовательность ответа при дискуссии по теме вопроса	Изложение ответа по вопросу с отдельными ошибками. Уверенность при дискуссии по теме вопроса	Изложение ответа развернутое без ошибок. Уверенность при дискуссии по теме вопроса. Умение выявлять собственные ошибки в ответе их аргументировать. Демонстрация дополнительных знаний по вопросу в рамках темы	Ответ на дополнительный вопрос из списка к зачету

		Умения -Выбирать методики проведения эксперимента, обработки результата по нормативной документации - Оценивать точность и качество измерений, по метрологическим характеристикам оборудования, условий эксперимента, методики - Применять типовые методики обработки однократных, многократных, прямых и косвенных измерений к физическим величинам различной природы. Навыки - Навык поиска и анализа нормативной документации, методик регламентирующих процесс измерения - Навык анализа метрологических характеристик приборов и процесса измерения для требуемой точности эксперимента и выявления погрешностей. - Навык применения типовых методик обработки однократных, многократных, прямых и косвенных измерений по ГОСТ. - Способность к анализу и выявлению причин, источников случайных и систематических погрешностей в результатах обработки измерений	Нет решения задачи (в т.ч. попытки, чернового варианта решения, эскиза расчетной схемы). Неспособность к дискуссии по ПЗ и отчетам ЛР.	Решение задачи, эскиз расчетной схемы неполны, содержат грубые ошибки. Не способность пояснить ошибки и предложить пути их исправления. Неуверенность спутанность в дискуссии ПЗ и отчетам ЛР	Решение задачи, эскиз расчетной схемы полны, содержат отдельные ошибки. Способность пояснить ошибки и предложить пути их исправления. Уверенность в дискуссии по ПЗ и отчетам ЛР	Решение задачи, эскиз расчетной схемы полны, не содержат ошибок. Способность пояснить возможные ошибки и предложить пути их исправления. Способность предлагать и аргументировать пути применения методик измерения и оценки погрешностей в различных областях измерений Способность к синтезу рекомендаций по применению различных методик измерений и обработки результатов для повышения точностных и эксплуатационных параметров устройств. Аргументированность в пояснении расчетов. Уверенность в дискуссии по ПЗ и отчетам ЛР	Решение задачи билета, Дискуссии по дополнительным вопросам преподавателя (в т.ч. по ПЗ и отчетам ЛР)
--	--	---	---	--	---	---	--

Формирование оценки на зачете осуществляется на основе совокупности баллов, формируемой по результатам процессов контроля текущей аттестации (защита отчетов по ПЗ, защита отчетов по ЛР, тестирование) и промежуточной аттестации (ответ на теоретические вопросы, решение задачи, дискуссия в рамках тем ПЗ и ЛР). Для допуска к зачету студента очной формы необходимо выполнить условия выполнения ПЗ, ЛР, тестирования по промежуточной аттестации. Для допуска к зачету студента заочной формы необходимо выполнить условия выполнения ЛР, контрольной работы, тестирования по промежуточной аттестации. В случае спорной оценки студенту могут быть предложены для ответа и дискуссии дополнительные теоретические вопросы и задачи. Формирование оценочного балла по оценке работы в рамках закрепленной за дисциплиной компетенции (ОПК-3) осуществляется в совокупности, т.е. в рамках оценивания работы по критериям и индикаторам закрепленных компетенций выставляется единый балл. У студентов заочной формы для допуска к зачету должна быть выполнена и зачтена контрольная работа. Контрольная работа считается выполненной если верно решены все задачи работы (решения логичны, пояснены, аргументированы)

Если в строке оценивания (см табл 5.3, табл 5.4) два и более критериев не соответствует итоговой оценке (результат хуже чем требуемый), то результат снижается на нижележащий. Для получения зачета по результатам изучения дисциплины баллы по каждому этапу оценивания должны быть выше пороговых.

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию
(очная форма)

Этап текущей аттестации (баллы набираются в течении срока изучения дисциплины) (см. критерии в табл. 5.1)			Этап промежуточной аттестации (баллы набираются на зачете) (см. критерии в табл. 5.2)		Итоговая оценка по дисциплине
Тестирование по разделам	Практические работы	Лабораторные работы	Ответы на теоретические вопросы билета + Ответы на дополнительные вопросы по курсу	Решение задачи билета. Дискуссия по задаче и темам ПЗ и ЛР	
от 0 до 1	<2	<2	0	0	НЕ ЗАЧТЕНО
от 2 до 5	от 2 до 5	3	1	1	НЕ ЗАЧТЕНО
от 5 до 6	от 5 до 6	4	2	2	ЗАЧТЕНО
от 6 до 7	от 6 до 7	4	3	3	ЗАЧТЕНО

Таблица 5.4 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию
(заочная форма)

Этап текущей аттестации (баллы набираются в течении срока изучения дисциплины) (см. критерии в табл. 5.1)			Этап промежуточной аттестации (баллы набираются на зачете) (см. критерии в табл. 5.2.)		Итоговая оценка по дисциплине
Тестирование по разделам	контрольная работа	Лабораторные работы	Ответы на теоретические вопросы билета + Ответы на дополнительные вопросы по курсу	Решение задачи билета. Дискуссия по задаче и контрольной работе	
от 0 до 1	не зачтено	0	0	0	НЕ ЗАЧТЕНО
от 2 до 5	зачтено	1	1	1	НЕ ЗАЧТЕНО
от 5 до 6	зачтено	2	2	2	ЗАЧТЕНО
от 6 до 7	зачтено	2	3	3	ЗАЧТЕНО

5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

- Выполнение расчетных практических заданий в виде решения задач и последующим

объяснением решения в рамках дискуссии с преподавателем.

- Выполнение лабораторных работ с подготовкой отчета по результатам работы и последующей защитой отчета в рамках дискуссии с преподавателем в малой группе;
- Самостоятельное тестирование в СДО MOODLE по результатам изучения соответствующих разделов дисциплины.

Примеры типовых расчетных практических заданий

Задачи к практическим работам по теме 1.2 «Анализ и синтез размерностей физ. величин»

1)

Найти зависимость пути, проходимого материальной точкой, движущейся с ускорением a , от a и времени t .

зависимость вида

$$S = \varphi(a, t) \text{ или } S \cdot a^\alpha \cdot t^\beta = \text{const}.$$

2)

Пусть тело с массой m перемещается прямолинейно под действием постоянной силы F . Найдём скорость тела v в конце пройденного отрезка длиной S , если начальная скорость тела равна нулю.

Нужно найти зависимость вида:

$$v = \varphi(F, S, m).$$

Задачи к практическим работам по теме 2.6 «Расчет параметров промахов по критериям»

1)

Для проверки грубых промахов необходимо воспользоваться критерием Романовского, суть которого состоит в сравнении экспериментального значения величины $\beta_3 = \frac{|\bar{x} - x_i|}{\sigma(x)}$ с теоретическим значением β_r , приведенным в табл.

В промежуточных вариантах результат считается сомнительным (из дальнейшего расчета не исключается).

Уровень значимости α , %	β_r							
	$n = 4$	$n = 6$	$n = 10$	$n = 12$	$n = 15$	$n = 17$	$n = 19$	$n = 20$
1	1,73	2,16	2,62	2,75	2,9	2,97	3,04	3,05
2	1,72	2,13	2,54	2,66	2,80	2,86	2,93	2,96
5	1,71	2,10	2,41	2,52	2,64	2,71	2,76	2,78

2)

При обработке экспериментального ряда наблюдений ($N=20$) по табл. определить двумя способами наличие промахов в заданном ряду.

(Метод оценки и доверительная вероятность конкретизируются преподавателем)

Экспериментальные данные значений постоянного тока I_i , мА

№ наблюдения	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
X_1	0,81	0,40	0,77	0,70	0,73	0,61	1,82	0,43
X_2	0,06	0,55	0,44	0,18	0,57	0,83	2,57	0,20
X_3	1,15	0,40	1,44	0,48	0,53	0,88	3,18	0,19
X_4	2,06	0,21	0,65	0,51	0,35	0,75	3,67	0,36
X_5	2,80	0,66	0,02	0,73	0,92	0,75	2,47	0,78
X_6	1,69	0,25	1,07	0,21	0,68	0,75	3,09	0,92
X_7	2,49	0,83	1,94	0,46	0,44	0,13	2,00	0,48
X_8	1,43	0,68	1,06	0,12	0,35	0,04	2,71	0,24
X_9	0,37	0,78	0,30	0,89	0,18	0,31	2,34	0,52
X_{10}	0,91	0,91	0,10	0,61	0,41	0,93	3,03	0,18
X_{11}	0,57	0,30	1,93	0,85	0,16	0,96	1,69	0,12
X_{12}	1,57	0,80	2,65	0,04	0,38	0,59	2,46	0,24
X_{13}	2,40	0,63	3,24	0,09	0,74	0,82	3,09	0,02
X_{14}	3,08	0,18	3,73	0,11	0,38	0,04	2,00	0,66
X_{15}	1,92	0,64	2,52	0,20	0,61	0,65	1,10	0,41
X_{16}	2,68	0,94	3,13	0,01	0,06	0,42	0,36	0,58
X_{17}	1,59	0,80	2,03	0,58	0,22	0,95	0,24	0,38
X_{18}	0,70	0,57	1,13	0,04	0,68	0,75	0,73	0,34
X_{19}	0,59	0,71	0,52	0,56	0,63	0,78	1,44	0,33
X_{20}	0,41	0,41	0,33	0,41	0,48	0,48	1,27	0,31

Задачи к практическим работам по теме 2.7 «Обработка результатов измерений с однократными наблюдениями»

1)

При однократном измерении физической величины получено показание средства измерения $X = 10$. Определить, чему равно значение измеряемой величины, если экспериментатор обладает следующей априорной информацией о средстве измерений и условиях выполнения измерений: классе точности средства измерений 4,0; пределы измерений 0...50; значение аддитивной поправки $\Theta(P)_a = 0,5$; СКО $S_X = 0,1$; $P = 0,95$.

2)

Определить, чему равно значение измеряемой величины при однократном измерении. Произвести оценку погрешности и неопределенности результата однократных измерений. Исходные данные приведены в табл.4.1.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Показания прибора	15	25	31	24	27	85	68	59	35	45	64	86	28	55
Пределы измерения	0..50	0..50	0..40	0..60	0..30	0..100	0..80	0..70	0..50	0..60	0..90	0..90	0..30	0..60
Класс точности	4	5	0,2	0,5	1	2	0,4	1,5	4	0,2	0,5	0,4	0,5	1
Аддитивная поправка	-0,5	0,5	0,2	0,5	0,1	-0,5	0,2	0,6	0,4	0,5	0,2	0,2	0,1	0,2

Вариант	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Показания прибора	52	12	8	4	7	5	75	19	45	5	14	26	18	5
Пределы измерения	0..50	0..50	0..20	0..10	0..10	0..10	0..80	0..50	0..50	0..40	0..20	0..50	0..30	0..20
Класс точности	2	5	0,5	0,1	1	0,2	0,4	1	5	0,2	0,4	2	0,2	1
Аддитивная поправка	-0,5	0,5	0,2	0,1	0,1	-0,1	-0,5	-0,6	0,4	-0,1	0,2	-0,5	-0,2	0,1

Задачи к практическим работам по теме 2.8 «Обработка результатов измерений с многократными наблюдениями»

По экспериментальным данным (табл.) многократных наблюдений при прямом измерении постоянного тока I_x вычислить результат измерения $\bar{I}$ и его случайную составляющую погрешности Δ_I при

$$P_a = 0,68 \ (K_{Pa} = 1); P_a = 0,95 \ (K_{Pa} = 2); P_a = 0,997 \ (K_{Pa} = 3).$$

Доверительная вероятность и квантильный коэффициент задаются преподавателем

Экспериментальные данные измерения постоянного тока I_x , мА

№ наблюдения	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
X_1	2,96	0,04	0,26	0,08	0,75	2,16	1,93	0,92
X_2	3,94	1,10	1,28	0,93	0,01	1,24	2,56	0,56
X_3	4,29	0,37	0,52	0,06	1,12	2,09	3,24	0,11
X_4	2,98	1,38	0,12	0,06	0,32	1,18	3,73	0,73
X_5	1,91	2,21	0,64	0,91	0,36	2,04	2,52	0,90
X_6	1,03	2,87	0,56	0,32	0,82	1,14	3,13	0,24
X_7	0,32	1,82	0,08	0,21	1,78	0,40	2,03	0,21
X_8	0,29	2,57	0,60	0,30	2,57	0,21	1,13	0,98
X_9	0,37	1,22	0,49	0,10	1,22	2,49	1,87	0,73
X_{10}	0,21	2,11	0,23	0,52	2,11	1,43	1,49	0,49

2)

Для исследования износа шейки коленчатого вала провели n замеров (табл. 1) его диаметра микрометром 1-го класса точности, имеющим $\Delta = \pm 4$ мкм. Массив результатов измерений диаметра в миллиметрах приведен в табл. 2. Обработать результаты этих многократных измерений в соответствии с рекомендациями ГОСТ 8.207-76 и представить результаты измерений в форме $D = B \pm \Delta$, $p = 0,95$.

Таблица.1

	вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n	15			17		19			20	

Таблица 2

вариант								
9	8	7	6	5	4	3	2	1
56,580	56,586	56,587	56,593	56,586	56,576	56,592	56,587	56,582
56,601	56,585	56,608	56,592	56,588	56,587	56,597	56,608	56,578
56,557	56,577	56,593	56,588	56,597	56,581	56,589	56,593	56,606
56,556	56,609	56,602	56,612	56,555	56,602	56,541	56,602	56,555
56,596	56,591	56,588	56,505	56,592	56,556	56,601	56,588	56,546
56,555	56,580	56,6077	56,602	56,617	56,558	56,597	56,607	56,608
56,591	56,588	56,605	56,555	56,588	56,596	56,558	56,605	56,591
56,579	56,606	56,597	56,602	56,582	56,554	56,607	56,597	56,562
56,606	56,586	56,588	56,590	56,607	56,590	56,593	56,588	56,597
56,592	56,598	56,597	56,601	56,593	56,597	56,603	56,597	56,603

Задачи к практическим работам по теме 4.2 «Обработка погрешностей при косвенных и совместных измерениях»

1)

Найти систематическую и случайную составляющие погрешности косвенного результата измерения силы F по зависимости $F = m \cdot a$, где m – масса тела; a – ускорение.

Дано: $\delta_{mc} = \pm 0,1\%$, $\delta_m^o = \pm 0,05\%$, $\delta_{ac} = \pm 0,02\%$, $\delta_a^o = \pm 0,07\%$.

2)

Найти систематическую и случайную составляющие погрешности косвенного результата измерения излучательности R_l по зависимости $R_l = \alpha \cdot T^4$, где α – постоянная Стефана-Больцмана ($5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴); T – абсолютная температура.

Дано: $\delta_a^o = \pm 10^{-3}$ отн.ед., $\delta_{Tc} = \pm 10^{-4}$ отн.ед., $\delta_T^o = \pm 10^{-5}$ отн.ед.

3)

В табл. указаны значения измеренных величин и относительные погрешности их измерений, выраженные в процентах. Представить результат косвенного измерения неизвестной величины, формула вычисления которой приведена в табл. . Найти аналитическое выражение для определения наибольшей погрешности результата измерения, используя способ дифференцирования функции нескольких переменных. Вычислить абсолютную и относительную погрешности по найденным выражениям.

	Косвенно измеряемая величина		Прямо измеренные величины и их погрешности	
1	$L = \frac{1}{C(2\pi f)^2}$	Индуктивность [Гн]	$C = 1,2$ мкФ $f = 2$ кГц	$\delta_C = \pm 0,2\%$ $\delta_f = \pm 0,5\%$
2	$P = \frac{U^2}{R}$	Мощность [Вт]	$U = 36$ В $R = 120$ Ом	$\delta_U = \pm 1,5\%$ $\delta_R = \pm 0,5\%$
3	$X = \frac{1}{2\pi fC}$	Сопrotивление [Ом]	$C = 1,2$ мкФ $f = 5$ кГц	$\delta_C = \pm 0,2\%$ $\delta_f = \pm 0,1\%$
4	$c = \frac{1}{L(2\pi f)^2}$	Емкость [Ф]	$L = 0,1$ Гн $f = 10$ кГц	$\delta_L = \pm 5\%$ $\delta_f = \pm 2\%$
5	$R = \frac{U t}{K \alpha}$	Сопrotивление [Ом]	$U = 100$ В, $t = 24$ с $\alpha = 120$ делений	$\delta_U = \pm 0,5\%$, $\Delta_t = \pm 0,2$ с $\Delta_a = \pm 1$ дел, $K = 2$ мкКл/дел
6	$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}}$	Частота [Гц]	$L = 0,2$ Гн $C = 20$ мкФ	$\delta_L = \pm 2\%$ $\delta_C = \pm 1\%$
7	$P = I^2 R$	Мощность [Вт]	$R = 24$ Ом, $I = 1,42$ А	$\delta_R = \pm 2\%$ $\delta_I = \pm 3\%$
8	$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$	Сопrotивление [Ом]	$R = 94$ Ом $X = 120$ Ом	$\delta_R = \pm 0,5\%$ $\delta_X = \pm 2,5\%$

Задачи к практическим работам по теме 4.5 «Расчет классов точности СИ»

1)

Стрелочным амперметром с классом точности 0,5 и верхним пределом измерения 40 А измерено значение электрического тока $I = 24$ А. Найдите абсолютную, относительную и приведенную погрешности.

2)

Определить необходимый класс точности вольтметра для измерения напряжения питания бортовой сети самолета $V = (27 \pm 2,7)$ В, если верхний предел измерения 40 В.

3)

Определите, в каком случае относительная погрешность измерения тока $I = 10$ мА меньше, если для измерения использованы два прибора, имеющие соответственно шкалы на 15 мА (класс точности прибора 0,5) и 100 мА (класс точности прибора 0,1).

4)

3.6 Вольтметром с цифровым отсчетом измерено напряжение постоянного тока 20 В на пределе 30 В. Основная относительная погрешность прибора

$$\delta_0 = \pm \left[0,25 + 0,1 \left(\frac{U_{\text{изм}}}{U_x} - 1 \right) \right]. \text{ Измерение производится при нормальных условиях.}$$

Вычислить инструментальную абсолютную погрешность и записать класс точности средства измерения.

5)

В результате поверки амперметра с верхним пределом измерения 30 А получены следующие значения электрического тока ($I_{\text{изм}}$) при эталонных значениях тока ($I_{\text{эт}}$):

$I_{\text{эт}}, \text{ А}$	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
$I_{\text{изм}}, \text{ А}$	4,8	10,3	15,2	19,7	25,4

Допустимо ли метрологу выдать на прибор свидетельство о поверке, если класс точности прибора (2,5) (ответ подтвердите математическим неравенством)?

Задачи к практическим работам по темам 5.1, 5.2 «Построение экспериментальных графиков и идентификация зависимостей»

1)

При испытаниях макета измерительного преобразователя с характеристикой, аппроксимируемой линейной зависимостью $y = ax + b$, измерены значения входной x (в относительных единицах) и выходной y (в милливольтх) величин (табл.). Пользуясь методом наименьших квадратов, вычислить коэффициенты a и b линейной регрессии. По вычисленным данным построить в произвольном масштабе характеристику преобразователя и нанести экспериментальные точки.

Значения входной x и выходной y величин

Вариант №	x_1	y_1	x_2	y_2	x_3	y_3	x_4	y_4	x_5	y_5	x_6	y_6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	-5,0	59	-2,5	67	0,3	105	2,3	120	3,5	135	4,8	150
2	-49	21	-28	35	-5	40	20	53	39	54	58	68
3	-5,6	34	-3,5	41	-1,5	60	1,0	68	3,5	88	6,0	100
4	-60	40	-40	48	-12	70	15	81	36	98	56	105
5	-5,8	50	-3,4	64	-1,0	75	0,5	78	3,1	95	5,7	102
6	-52	37	-29	41	-8	58	13	75	34	80	59	107
7	-6,0	110	-4,0	115	-2,0	128	1,0	132	3,0	139	6,0	152
8	-57	90	-33	105	-9	110	18	129	41	135	58	145
9	-5,9	84	-3,8	94	-1,1	99	1,4	113	4,0	115	5,6	127

2)

Используя метод медианных центров, постройте график статической характеристики (по 3-м точкам) термопары при зашумленных экспериментальных данных, опишите методику обработки

$t, ^\circ\text{C}$	5	10	15	20	25	35	40	45	50	55
$E, \text{ мВ}$	3,5	1,5	5,5	4,5	4	1,5	4	2	3	5,5
$t, ^\circ\text{C}$	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105
$E, \text{ мВ}$	4,0	6,5	5	3,5	4	6,5	5,5	4,0	7,5	6,0
$t, ^\circ\text{C}$	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155
$E, \text{ мВ}$	4,5	8,5	7	6,5	7	6,5	10	8	9,5	10,5
$t, ^\circ\text{C}$	160	165	170	175						
$E, \text{ мВ}$	7,5	11	8	11						

Примеры типовых заданий по лабораторным работам

Лабораторная работа по теме 2.5 «Изучение вероятностных характеристик погрешностей результатов многократных измерений»

Цели:

1. Изучение экспериментального метода определения статистических характеристик случайной величины и определение их по типовой методике обработки;
2. Построение на основе полученных данных, экспериментальных и теоретических кривых закона распределения случайных погрешностей;
3. Исследование и сравнение полученных графиков, формирование вывода о характере влияния на измерение случайных и систематических составляющих погрешности.

Порядок выполнения работы

1. Установить на вольтметре режим отображения показаний до пятого знака после десятичной точки, многократным нажатием кнопки «РАЗР.». Нажатием кнопки «ПРЕД.АВТ» установить автоматический выбор предела измерения вольтметра
2. Провернуть маховик задатчика угла на несколько градусов туда и обратно и убедиться в изменении показаний и работоспособности вольтметра и датчика.
3. Установить угол наклона платформы с датчиком по заданию преподавателя.
4. Нажатием кнопки «ОДНОКР.» Зафиксировать показание на табло и занести его в тетрадь. Отжать кнопку и через 1÷2 секунды нажать снова. Повторить съем показаний (U_i) для $n=150$ значений случайных значений.
5. Вычислить действительное значение по формуле математического ожидания:

$$\bar{U} = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{n}$$

6. Определить величины действительных отклонений для всех случайных показаний по формуле абсолютной погрешности (занести в таблицу 1):

$$\Delta_i = U_i - \bar{U}$$

(Для проверки правильности вычислений сложить все Δ_i . Сумма должна быть равна нулю)

7. Определить максимальное по модулю отклонение (занести в таблицу 1):

$$\max |\Delta_i|$$

8. Определить левую и правую границы разброса экспериментальных значений по формулам:

$$\text{Для левой границы: } G1 = \bar{U} - \max |\Delta_i|$$

$$\text{Для правой границы: } G2 = \bar{U} + \max |\Delta_i|$$

9. Определить размах промежутка случайных значений:

$$I = G2 - G1$$

10. Определить количество интервалов разбиения числового размаха по формуле Стерджеса.

$$K = 1 + 3,3 \cdot \lg n$$

11. Определить величину интервала разбиения

$$\Delta I = \frac{I}{K}$$

12. Определить координаты начала, середины и конца каждого интервала разбиения (занести в таблицу 2):

$$K_J^H = K_{J-1}^K = (K_{J-1}^H + \Delta I) \text{ -координата начала J-ого интервала}$$

$$K_J^C = K_J^H + \frac{\Delta I}{2} \text{ -координата середины J-ого интервала}$$

$$K_J^K = K_{J+1}^H = K_J^H + \Delta I \text{ -координата конца J-ого интервала}$$

13. Подсчитать количество M_J случайных показаний (U_i) попавших J-й интервал разбиения (каждого интервала) (занести в таблицу 2).

(Для проверки правильности вычислений сложить все M_j . Сумма должна быть равна n)

14. Определить для каждого J -го интервала практическую вероятность попадания случайной величины (численно равна площади столбца гистограммы) (занести в таблицу 2):

$$P_j^{\Pi} = \frac{M_j}{n}$$

15. Определить практическую плотность вероятности для каждого J -го интервала (численно равна высоте столбца соответствующего интервала гистограммы) (занести в таблицу 2):

$$f_j^{\Pi} = \frac{P_j^{\Pi}}{\Delta I}$$

16. Вычислить дисперсию и СКО значений случайной величины:

$$D = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{\Delta})^2$$

$$\sigma = \sqrt{D}$$

17. Определить теоретические плотности по формуле Гаусса (занести в таблицу 3):

$$f_T = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\left[\frac{(U_k - \bar{U})^2}{2\sigma^2} \right]}$$

(В качестве U_k необходимо подставлять величины координат интервала. Следует помнить, что координата конца предыдущего интервала является началом последующего, поэтому точки совпадают. Действительное значение должно совпадать с серединой среднего интервала, либо лежать на границе срединных интервалов)

18. Таблица 1. Измерения и отклонения

№ замера i	Показание вольтметра $U_i, В$	Отклонение $\Delta i, В$
1		
...		
n		

$$\bar{U} = \dots; \max|\Delta_i| = \dots$$

19. Таблица 2. Интервалы и плотности практической гистограммы распределения

№ интервала j	Координаты интервала, В		Количество значений в интервале Mj	Практическая вероятность в интервале Pj ^П	Практическая плотность вероятности в интервале f _j ^П
1	K ₁ ^H =G ₁		M ₁	P ₁ ^П	f ₁ ^П
	K ₁ ^C				
	K ₁ ^K				
2	K ₂ ^H		M ₂	P ₂ ^П	f ₂ ^П
	K ₂ ^C				
	K ₂ ^K				
.....					
K	K _K ^H		M _K	P _K ^П	f _K ^П
	K _K ^C				
	K _K ^K =G ₂				

$$G1 = \dots, G2 = \dots, \Delta I = \dots$$

20. Таблица 3. Плотности теоретической кривой распределения

координаты интервалов	Теоретическая плотность f_T
$K_1^H = G1$ K_1^C K_1^K K_K^C $K_K^K = G2$	

21. На миллиметровой бумаге выполнить построение гистограммы практической плотности вероятности. Аппроксимировать вершины столбов гистограммы ломаной кривой по серединам интервалов. На этом же графике построить по точкам теоретическую кривую плотности распределения вероятности. По оси ординат откладывать значение плотности. Рекомендуется предварительно определить масштаб, ориентируясь на наибольшее полученное значение плотности вероятности (практическое или теоретическое). По оси абсцисс (в величинах напряжения) откладывать границы интервалов с обозначением и величину действительного значения

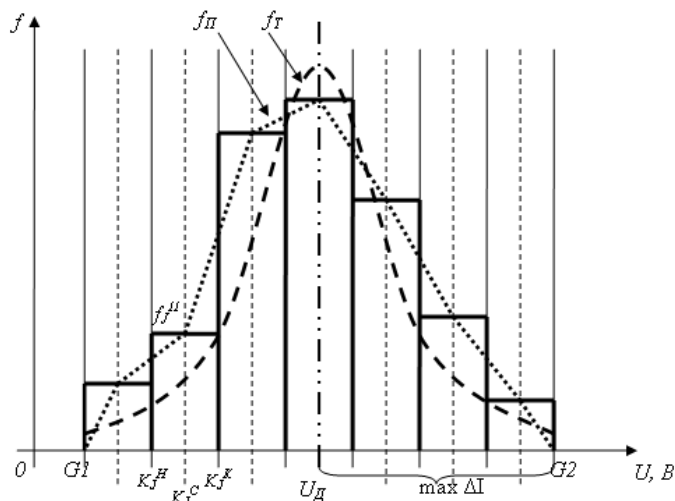
Сравнить полученные теоретический и экспериментальный графики между собой. Сделать выводы о характере случайных факторов влияющих на эксперимент. Сравнить полученный график с результатами других малых групп. Сделать вывод об изменении характера случайных погрешностей в других экспериментах.

Контрольные вопросы

1. Объясните сущность оценок систематической и случайной составляющих погрешности при использовании законов распределения плотности вероятности.

2. Дайте обоснование методики постановки эксперимента.

3. Предложите пути уменьшения влияния случайных факторов для повышения точности измерений в эксперименте.



Эскизы практической $f_{П}$ и теоретической $f_{Г}$ кривых плотности вероятности

Лабораторная работа по теме 4.4 «Определение основной погрешности калибратора в режиме измерения силы тока с помощью образцовой меры сопротивления»

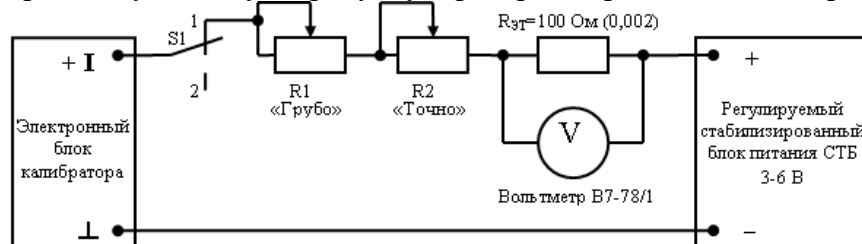
Цели работы:

- выработка навыков работы с калибратором в режиме измерения тока;
- выработка навыков поверки калибратора с помощью эталонной меры сопротивления;
- определение точностных характеристик калибратора в режиме измерения тока.

Определение основной погрешности измерений тока проводят методом сличения измеренного калибратором значения тока со значением тока, через эталонное сопротивление

Порядок выполнения работы:

1. Собрать измерительную схему по рисунку, проверить правильность сборки;



2. Установить движки потенциометров R1 и R2 в крайнее левое положение (для снижения наводок от источника);

3. Включить калибратор нажатием клавиши «Питание/Подсветка» на одну секунду. На ЖКИ калибратора появится главное меню:

► 1. ИЗМЕРЕНИЯ
2. ПАМЯТЬ

Клавишами «Вверх» или «Вниз» установить курсор на пункте:

8. ЕДИН. ИЗМЕРЕН.
► 9. AV – МЕТР

4. После нажатия клавиши «Ввод» или «Вперед» на этом пункте следует клавишами «Вверх», «Вниз» выбрать измерение тока (0-22 mA):

► 1. 0 – 20 mA
2. 0 – 1 V

5. На выбранном пункте нажать клавишу «Ввод» или «Вперед» и войти в режим измерения тока:

ИЗМЕРЕНИЕ: 0–20 mA
I = 1.0002 mA

6. Для учета постоянной наводки необходимо обнулить калибратор, разомкнув цепь, переведя ручку тумблера S1 в положение 2, и выполнив следующие действия;

7. Многократным нажатием клавиши «Назад» вернуться в главное меню. С помощью клавиш «Вверх», «Вниз» или цифрового поля установить курсор напротив пункта дополнительных настроек:

► 7. ОПЦИИ
8. ЕДИН. ИЗМЕРЕН.

8. Нажать клавишу «Ввод» или «Вперед» и войти в подменю дополнительных операций:

► 1. СМ./УСТ. ЧАСЫ
2. ЗВУК ON

9. При помощи клавиш «Вниз» или «Вверх» установить курсор на пункте:

► 3. ОБНУЛЕНИЕ I
4. ОБНУЛЕНИЕ U

10. Нажать клавишу «Ввод» или «Вперед» и войти в меню режима измерения/обнуления напряжения:

► ОБНУЛИТЬ I
I = 0.0000 mA

11. Нажать клавишу «Ввод» или «Вперед» на пункте «Обнулить I». Измеренное значение силы тока будет занесено в энергонезависимую память (EEPROM) калибратора и учитывается в дальнейшем как постоянное смещение при измерениях;

12. Двойным нажатием на клавишу «Назад», вернуться в главное меню. Выбрать пункт меню:

8.ЕДИН. ИЗМЕР
► 9. AV - МЕТР

13. Нажать клавишу «Ввод» («Вперед»). Клавишами «Вверх», «Вниз» выбрать пункт измерение тока (0 – 20 mA):

► 1. 0 – 20 mA
2. 0 – 1 V

Нажать клавишу «Ввод» («Вперед»):

ИЗМЕРЕНИЕ: 0 – 20 mA
I = 0.00000 mA

14. Включить эталонный вольтметр и установить на режим измерения напряжения на пределе до 5В. Установить вольтметр в режим отображения с разрядностью после запятой, равной разрядности отображения калибратора;

15. Установить выходное напряжение на источнике 3÷5 В, контролируя по встроенному индикатору источника питания;

16. Ручку тумблера S1 перевести в положение 1 (Предварительно убедиться, что движки

потенциометров R1 и R2 в крайнем левом положении по схеме);

17. Установить R1 и R2 силу тока 0 мА, контролируя значение по показаниям

18. Снять показания тока с калибратора и напряжения на образцовом сопротивлении не ранее, чем через 15 секунд после задания значения тока. Занести полученные данные в таблицу;

19. Последовательно установить потенциометрами R1 и R2 величины силы тока равные (2, 4, 6, 10, 15, 22) мА. Согласно п.18 снять показания силы тока с калибратора и напряжения на образцовом сопротивлении с вольтметра и занести в таблицу;

20. Отключить калибратор нажатием клавиши «Питание/Подсветка» на одну секунду, отключить все приборы, разобрать схему, привести в порядок рабочее место;

21. Вычислить величину действительного значения тока по формуле :

$$I_{\text{д}} = \frac{U_{\text{э}}}{R_{\text{э}}}$$

где, $U_{\text{э}}$ - показание эталонного вольтметра, В;

$R_{\text{э}}$ - номинальное значение эталонной меры электрического сопротивления, Ом.

22. Вычислить погрешность результата измерений тока в каждой точке по формуле:

$$\Delta I = I_{\text{изм}} - I_{\text{д}}$$

где, $I_{\text{изм}}$ - значение тока, измеренного калибратором в каждой точке, мА

23. Построить график зависимости погрешности калибратора в режиме миллиамперметра от действительной силы тока $\Delta I = f(I_{\text{д}})$. Сделать вывод о характере мультипликативности основной погрешности поверяемого калибратора;

24. Сравнить полученные значения основной погрешности калибратора с пределами допускаемой основной погрешности $\Delta I_{\text{доп}}$ для калибратора в режиме миллиамперметра в каждой точке измерений. При токе 0÷6 мА погрешность: $\Delta I_{\text{доп}} = \pm(0,02\%IB + 0,001\text{мА})$, при токе 0÷22 погрешность: $\Delta I_{\text{доп}} = \pm(0,02\%IB + 0,002\text{мА})$. Сделать заключение о пригодности калибратора к эксплуатации на данном режиме работы;

25. Получить у преподавателя индивидуальные вопросы по работе;

26. Подготовить отчет.

Таблица. Результаты наблюдений и определения основной погрешности калибратора

Действительное (расчетное значение тока), мА	Напряжение на образцовой мере сопротивления, В	Измеренное калибратором значение тока, мА	Погрешность, В	Предел допускаемой основной погрешности, мА	Отметка о соответствии
$I_{\text{д}}$	$U_{\text{э}}$	$I_{\text{изм}}$	$\Delta I = I_{\text{изм}} - I_{\text{д}}$	$\Delta I_{\text{доп}}$	
0					
2					
.....					
20					

Заключение о соответствии: годен / не годен к эксплуатации:

в диапазоне 0÷6 мА _____

в диапазоне 0÷20 мА _____

Примеры типовых тестовых заданий в системе СДО Moodle

Раздел 1. Основные термины и определения метрологии

Вопрос 1

Пока нет ответа

Балл: 1,00

Под метрологическим обеспечением понимается

Выберите один ответ:

☐ а. Соблюдение требований нормативных актов

☐ б. Применение технических средств, правил, рекомендаций, необходимых для достижения требуемой точности измерений

☐ в. Наличие компетентного специалиста в области метрологии и измерений

☐ г. Обеспеченность измерительными приборами, метрологической литературой и нормативной документацией

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Основным нормативно-юридическим актом в области метрологии является

Выберите один ответ:

- ☐ а. Рекомендации по межгосударственной аттестации РМГ 29-99 "ГСИ. Метрология. Основные термины и определения"
- ☐ б. Конституция Российской Федерации (Статья 21)
- ☐ в. Федеральный закон "Об обеспечении единства измерений" ФЗ №4871-1
- ☐ г. Государственный стандарт ГОСТ 8.057-80 "ГСИ. Эталоны единиц физических величин"

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Правильно соотнесите области метрологической деятельности и предмет изучения

Точность измерений

Перетащите ответ сюда

Единство измерений

Перетащите ответ сюда

Процесс измерения

Перетащите ответ сюда

Виды средств измерений

Классы точности средств измерений

Эталоны

Раздел 2. Основы теории погрешностей

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Истинное значение физической величины это

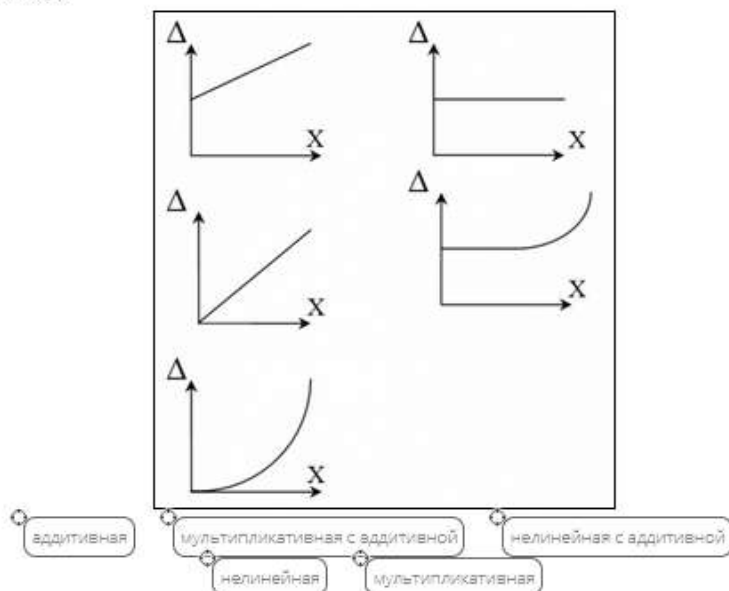
Выберите один ответ:

- ☐ а. Значение, полученное путем измерения при отсутствии всех погрешностей
- ☐ б. Значение, которое идеальным образом в качественном и количественном смыслах соответствует расчету
- ☐ в. Значение, имеющее место при внешних факторах, соответствующих нормальным условиям
- ☐ г. Значение, идеально характеризующее в качественном и количественном смыслах соответствующую физическую величину

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Соотнесите наименования и графики погрешностей (Δ) в зависимости от значения измеряемой величины (X)

**Вопрос 1**

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Выберите правильное соответствие наименования погрешности и её значения

Показывает погрешность в долях от текущего значения измеряемой величины

Выберите...

Показывает погрешность в долях от условно принятого значения измеряемой величины

Выберите...

Показывает отклонение результата измерения от истинного значения

Выберите...

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

В качестве постулата в теории ошибок принимается, что результаты измерений и их случайные погрешности при большом их количестве подчиняются закону:

Выберите один ответ:

- ☐ a. Нормального распределения
- ☐ b. Равновероятного распределения
- ☐ c. Распределения Вейбулла
- ☐ d. Треугольного распределения

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Уменьшить и исключить постоянную систематическую погрешность измерения можно выбором более совершенных...

Выберите один ответ:

- ☐ a. единиц измерений
- ☐ b. условий выполнения измерений
- ☐ c. методов и средств измерений
- ☐ d. средств измерений

Раздел 3. Единство измерений. Меры и эталоны единиц физических величин

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Для обеспечения единства измерений необходимо выполнение условия

Выберите один ответ:

- ☐ a. Применение единого математического аппарата для обработки результатов
- ☐ b. Постоянное использование только одного измерительного средства для конкретного измерения
- ☐ c. Применение только узаконенных правилами единиц измерений
- ☐ d. Обеспечение одинаковости и неизменности условий измерений

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Для передачи информации о размере единицы от более точных средств измерений к менее точным используются

Выберите один ответ:

- ☐ a. технические средства измерений
- ☐ b. самопишущие приборы
- ☐ c. рабочие эталоны
- ☐ d. рабочие меры
- ☐ e. рабочие средства измерений

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

В соответствии с ГОСТ 8.057-80 "ГСИ. Эталоны единиц физических величин", соотнесите признак эталона и его описание

Возможность воссоздания единицы физической величины с наименьшей погрешностью для данного уровня развития техники

Выберите...

Возможность сравнения с эталоном других средств измерения нижестоящих по поверочной схеме с наивысшей точностью для данного уровня техники

Выберите...

Возможность удержания постоянным размера воспроизводимой единицы в течение длительного времени

Выберите...

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

В каждой ступени передачи информации о размере единицы точность теряется в

Выберите один ответ:

- ☐ a. 10-20 раз
- ☐ b. 3-5 раз
- ☐ c. 5-10 раз
- ☐ d. 20-40 раз

Раздел 4. Средства измерения и процесс измерения

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Соотнесите описания видов измерений и их наименования

Измерения, проводимые одновременно для нескольких одноименных величин, при которых, их искомые значения определяют решения систем уравнений, получаемых при сочетаниях этих величин

Измерения, при которых искомые значения измеряемой величины определяются непосредственно из сравнения измеряемой величины с её единицей

Измерения, при которых измеряются несколько разнородных или разноименных величин с целью установления функциональной зависимости между ними

Измерения, при которых искомую величину определяют по расчетной формуле, в которую входят величины, находящиеся другими видами измерений

Выберите...

Выберите...

Выберите...

Выберите...

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Сопоставьте измерения по видам

По условиям выполнения измерений	Перетащите ответ сюда	Контактные и бесконтактные
По степени достаточности данных	Перетащите ответ сюда	Необходимые и избыточные
По характеру результата	Перетащите ответ сюда	Равноточные и неравноточные
По связи с объектом	Перетащите ответ сюда	Однократные и многократные
По числу наблюдений в измерении	Перетащите ответ сюда	Контрольные и диагностические
По цели выполняемых измерений	Перетащите ответ сюда	Абсолютные и допусковые

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Достоинством метода непосредственной оценки является.....

Выберите один ответ:

☐ a. Возможность выполнять измерения величины в широком диапазоне без перенастройки

☐ b. Сравнительно небольшая инструментальная составляющая погрешности измерений

☐ c. Эффективность при контроле в массовом производстве

☐ d. Высокая чувствительность

Раздел 5. Методы повышения точности измерений и графической обработки эксп. результата

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Задача, заключающаяся в определении значения физвеличины с требуемой точностью в заданных условиях, называется

Выберите один ответ:

☐ a. оценивающей

☐ b. измерительной

☐ c. определяющей

☐ d. устанавливающей

☐ e. идентифицирующей

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Все измерения должны выполняться средствами измерений прошедшими:

Выберите один или несколько ответов:

☐ a. метрологическую аттестацию

☐ b. государственные испытания

☐ c. своевременную поверку

Раздел 6. Основы стандартизации

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Принцип стандартизации отражает.....

Выберите один ответ:

- ☐ a. прием или совокупность приемов, с помощью которых достигаются цели стандартизации
- ☐ b. количественные и качественные критерии, которые должны быть удовлетворены
- ☐ c. основные закономерности процесса разработки стандартов
- ☐ d. совокупность зданий, которые необходимо выполнить для достижения целей стандартизации

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Одним из принципов стандартизации согласно ГОСТ Р 1.0-2004 является.....

Выберите один ответ:

- ☐ a. наличие значительных ограничений при использовании международных стандартов как основы разработки национальных
- ☐ b. базовый приоритет при разработке национальных стандартов - отечественный опыт
- ☐ c. использование международных стандартов как основы разработки национальных
- ☐ d. недопустимость использования международных стандартов как основы разработки национальных

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Согласно ГОСТ Р 2.114-95 "Единая система конструкторской документации" расположите в правильной последовательности разделы технических условий (начиная с первого верхнего)

Указания по эксплуатации

Требования охраны окружающей среды

Требования безопасности

Транспортирование и хранение

Методы контроля

Правила приемки

Технические требования

Раздел 7. Основы сертификации

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Изображенный на рисунке знак представляет собой.....



Выберите один ответ:

- ☐ a. знак соответствия системы качества сертифицированным требованиям
- ☐ b. знак качества выпускаемой продукции
- ☐ c. знак соответствия продукции требованиям в системе ГОСТ Р
- ☐ d. марку качества производимой продукции

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

По закону "О техническом регулировании" подтверждение соответствия осуществляется в целях(укажите не менее двух вариантов ответа).

Выберите один или несколько ответов:

- ☐ a. удостоверения соответствия продукции, производства, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работ, услуг или иных объектов, техническим регламентам, стандартам
- ☐ b. содействия приобретателям в компетентном выборе продукции, работ и услуг
- ☐ c. повышения качества продукции, работ и услуг на внутреннем и внешнем рынках
- ☐ d. повышения экономической заинтересованности потребителей продукции, работ и услуг

5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень теоретических вопросов для подготовки к зачету (очная форма 6 семестр, заочная форма 5 семестр)

1. Основные направления метрологии.
2. Физическая величина и её виды, измерительные шкалы
3. Измерение, виды и методы измерений, классификация.
4. Средство измерения. Меры, преобразователь, датчик, прибор.
5. Виды и методы измерений.
6. Погрешности измерений и их виды.
7. Закон плотности распределения вероятности. Параметры и характеристики.
8. Методика обработки прямых многократных измерений
9. Критерии выявления и исключения грубых погрешностей.
10. Методы построения графиков по экспериментальным данным.
11. Методы повышения точности измерений.
12. Классы точности приборов и их маркировки.
13. Эталоны, их классификация и характеристики
14. Поверка средств измерения.
15. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.
16. Метрологическая надежность средств измерения.
17. Стандартизация, цели и задачи.
18. Методы и формы стандартизации
19. Нормативные документы по стандартизации в РФ.
20. Виды стандартов.
21. Международная стандартизация и её организации.
22. Госнадзор в области стандартизации.
23. Права, обязанности и ответственность госинспекторов.
24. Сертификация, её цели, объекты.
25. Виды сертификации
26. Принципы сертификации
27. Система сертификации. Знак соответствия.
28. Аккредитация испытательных лабораторий.
29. Квалиметрия и показатели качества.
30. Объективные методы определения показателей качества.
31. Эвристические методы определения показателей качества.

Перечень типовых задач к зачету (очная форма 6 семестр, заочная форма 5 семестр)

Примеры задач к зачету по дисциплине аналогичны приведенным в п 5.2.1

Примеры задач к контрольной работе (заочная форма 5 семестр)

1) Определить величину максимальной абсолютной погрешности для количества тепла, выделяющегося на сопротивлении при пропускании через него тока. Величина сопротивления R ; класс точности γ_R ; сила тока I ; время пропускания тока t ; погрешность секундомера Δ .

(указания: *рассчитать теплоту по формуле Джоуля–Ленца, записать уравнение образования дополнительной относительной погрешности по уравнению Джоуля-Ленца, из полученного соотношения выразить абсолютную погрешность.*)

вариант	$R, \text{кОм}$	$\gamma_R, \%$	I, mA	$t, \text{с}$	$\Delta, \text{с}$
1	1500	1	$110,0 \pm 5$	50	0,1
2	1100	5	$80,0 \pm 1$	100	0,5
3	2100	1,5	$100,0 \pm 10$	70	1
4	1800	0,5	$95,0 \pm 5$	150	0,1
5	1750	2,5	$105,0 \pm 5$	50	0,5
6	1000	2	$50,0 \pm 5$	200	1
7	1250	1	$120,0 \pm 10$	90	0,1
8	1600	1,5	$200,0 \pm 10$	30	0,5

2) Найти абсолютную погрешность определения сопротивления резистора методом двух приборов, если показания вольтметра равны $V_{\text{пок}}$ при пределе измерений V_{max} и классе точности прибора γ_V ; показания

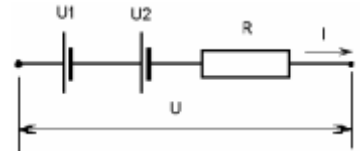
миллиамперметра - $I_{\text{пок}}$ при пределе измерений I_{max} и классе точности γ_I .

(указания: применить закон Ома, записать по нему уравнение образования дополнительной относительной погрешности, по выражению класса точности определить абсолютные погрешности вольтметра и амперметра, полученные значения подставить в формулу доп. грешности и выразить абсолютную погрешность сопротивления)

вариант	$V_{\text{пок}}, \text{В}$	$V_{\text{max}}, \text{В}$	$\gamma_V, \%$	$I_{\text{пок}}, \text{мА}$	$I_{\text{max}}, \text{мА}$	$\gamma_I, \%$
1	5	10	1	214	300	2,5
2	12	15	5	125	450	5
3	64	100	1,5	23	50	1
4	22	50	0,5	126	150	5
5	75	100	2,5	56	100	1,5
6	13	25	2	12	25	0,5
7	76	150	1	78	100	2,5

3) Определить величину погрешности для напряжения на участке цепи в соответствии с формулой $U = U_1 + U_2 - R \times I$, если U_1 В; U_2 В; R Ом; I мА (по варианту).

(указания: по формуле напряжения в условии задачи, записать выражение сложения абсолютных погрешностей, рассчитать по нему абсолютную погрешность)



вариант	$U_1, \text{В}$	$U_2, \text{В}$	$R, \text{Ом}$	$I, \text{мА}$
1	95 ± 5	100 ± 1	1000 ± 1	$210,0 \pm 10$
2	105 ± 5	250 ± 10	1100 ± 10	$114,0 \pm 1$
3	50 ± 5	100 ± 10	1350 ± 15	$115,0 \pm 5$
4	120 ± 10	150 ± 10	10000 ± 100	$370,0 \pm 10$
5	200 ± 10	80 ± 1	1700 ± 5	$156,0 \pm 1$

4) Определить наибольшую возможную разницу в показаниях двух последовательно включенных амперметров с пределами измерения I_{max1} и I_{max2} и классами точности γ_1 и γ_2 соответственно.

(указания: учесть, что максимальная разница будет иметь место при максимальных модулях абсолютных погрешностей амперметров, рассчитать максимальные абсолютные погрешности по классам точности, взять сумму модулей погрешностей)

вариант	$I_{\text{max1}}, \text{мА}$	$I_{\text{max2}}, \text{мА}$	$\gamma_1, \%$	$\gamma_2, \%$
1	10	100	1	2,5
2	100	100	0,5	1,5
3	1	0,5	1	1
4	25	75	0,02	0,05
5	100	200	4,0	2,5

5) Выбрать необходимый класс точности миллиамперметра с конечным значением шкалы, равным $I_{\text{пред}}$, если при измерении тока в пределах от I_1 до I_2 относительная погрешность измерения не должна превышать δ .

(указания: по формуле класса точности рассчитать максимальные абсолютные погрешности для каждого предела, выбрать более жесткое условие, с учетом принятого условия по формуле класса точности рассчитать относительную погрешность прибора, из нормированного ряда по ГОСТу выбрать ближайший наименьший класс точности)

вариант	$I_{\text{пред}}, \text{мА}$	$I_1, \text{мА}$	$I_2, \text{мА}$	$\delta, \%$
1	100	25	75	1,5
2	25	5	19	1,5
3	150	56	120	0,1
4	1000	112	900	0,02
5	750	160	710	0,05

6) Записать обозначение класса точности цифрового вольтметра, если известно, что предел допускаемой погрешности равен δ_1 для напряжения, равного половине максимального, и δ_2 для напряжения, равного одной трети максимального.

(указания: записать уравнение относительной погрешности с нормирующими коэффициентами, составить систему двух уравнений, подставив в каждое погрешность с учетом диапазона измерений, найти коэффициенты решив систему, записать класс точности как отношение коэффициентов)

вариант	$\delta_1, \%$	$\delta_2, \%$
1	0,01	0,02
2	1,0	1,5
3	0,1	1,5
4	0,01	0,03
5	0,1	0,4
6	0,3	0,7
7	0,1	0,5

5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, примеры заданий в п. 5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, 5.3, 5.4, вопросы и примеры заданий в п. 5.2.2).

Для показателей компетенции ОПК-3, формируемых в рамках дисциплины, приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.5)

Таблица 5.5 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «НЕЗАЧТЕНО»	2 критерий – не полное усвоение «НЕЗАЧТЕНО»	3 критерий – хорошее усвоение «ЗАЧТЕНО»	4 критерий – отличное усвоение «ЗАЧТЕНО»	
Компетенция ОПК 3 (индикаторы ИОПК 3.1, ИОПК 3.2)					
Знания: - Метрологическую терминологию; -Способы измерения величин приборами -Способы и приемы уменьшения погрешностей в измерениях - Перечень нормативных документов (ГОСТ, МИ) регламентирующих проведение и обработки результатов - Перечень основных показателей характеризующих точность измерений; - Методики и математич. аппарат для числовой обработки и графического представления результата измерений, погрешностей	Полное отсутствие понятийного мышления и осознания сведений в данной области. Совершенное не понимание теории, алгоритмов и методик.	Частичное знание понятийного и терминологического материала. Прослеживается фрагментарность, непоследовательность знаний и мышления по данной области. Ошибки в применении терминологии и методик	Уверенное знание понятийного и терминологического материала. Прослеживается логичность, последовательность знаний и мышления по данной области. Отдельные ошибки в применении терминологии и методик. Уверенное пояснение ошибок в дискуссии	Отличное знание понятийного и терминологического материала. Четкая логичность, последовательность знаний и мышления по данной области. Не существенные в применении терминологии и методик. Уверенное выявление ошибок их пояснение в дискуссии. Демонстрировании с самостоятельной познавательной деятельности	а) контроль активности участия в дискуссиях на лекциях, ПЗ, ЛР при работе в интерактивном режиме; б) устный опрос на практических занятиях при решении задач и выполнении ЛР; в) промежуточная аттестация
Умения: - Выбирать методики проведения эксперимента, обработки результата по нормативной документации - Оценивать точность и качество измерений, по метрологическим характеристикам оборудования, условий эксперимента, методики - Применять типовые методики обработки однократных, многократных, прямых и косвенных измерений к физическим величинам различной природы.	Полное не умение выбрать и обосновать методику измерения. Невозможность выполнить выбор средств измерения, оценку точности измерения, применить типовые методики измерений	Умение выбрать и обосновать методику измерения проявляется с существенными ошибками. Выбор средств измерения, оценка точности измерения, применение методики измерения выполняются со существенными ошибками	Умение выбрать и обосновать методику измерения. Выбор средств измерения, оценка точности измерения, применение методики измерения выполняются со незначительными неточностями.	Умение выбрать и обосновать методику измерения, предложить альтернативные способы обработки с обоснованием. Выбор средств измерения, оценка точности измерения, применение методики измерения выполняются правильно, аргументировано, предлагаются альтернативные варианты с обоснованием.	а) контроль активности в дискуссиях на практических, лабораторных занятиях; б) работа на ПЗ и защита отчетов по ЛР в) промежуточная аттестация
Навыки: - Навык поиска и анализа нормативной документации, методик регламентирующих процесс измерения - Навык анализа метрологических характеристик приборов и процесса измерения для достижения требуемых точностных результатов в эксперименте и выявления источников погрешностей. - Навык применения типовых методик обработки результатов однократных, многократных, прямых и косвенных измерений по рекомендациям ГОСТ - Способность к анализу и выявлению причин, источников случайных и систематических погрешностей в результатах обработки измерений	Полная неспособность анализировать метрологическую документацию, и характеристик средств измерения. Неспособность оценить источники погрешностей. Не способность выбрать и применить методики обработки по ГОСТ	Затрудненная способность анализировать метрологическую документацию, и характеристики средств измерения. Неспособность оценить источники погрешностей. Не уверенность, спутанность в обработке показаний	Уверенная способность анализировать метрологическую документацию, и характеристики средств измерения. Навык оценки источники погрешностей. Уверенность при применении методики обработки	Уверенная способность анализировать метрологическую документацию, выделять в ней основные положения, характеристики средств измерения оцениваются и аргументируются. Предлагаются альтернативные параметры. Уверенный навык оценки источники погрешностей, их учета или устранения при обработке	а) качество выполнения ЛР и защита отчетов, качество решения и пояснения задач. б) промежуточная аттестация

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1 **Схиртладзе А.Г.** Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : Учебник / А. Г. Схиртладзе, Я. М. Радкевич. - Допущено УМО АМ. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 540 с.

6.1.2 **Метрология, стандартизация и сертификация** [Текст] : Учебник для вузов / Аристов А.И., Карпов Л.И., Приходько В.М., Раковщик Т.М. - 4-е изд., стер. ; Допущено Министерством образования и науки РФ. - М. : Академия, 2008. - 384 с

6.1.3 **Схиртладзе А.Г.** Метрология, стандартизация и технические измерения [Текст] : Учебник / А. Г. Схиртладзе, Я. М. Радкевич. - Допущено УМО АМ. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 420 с.

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 **Метрология, стандартизация и сертификация** [Текст] : Учебник для учрежд. высш. проф. образов. / Авдеев Б.Я., Алексеев В.В., Антонюк Е.М. и др. ; Под ред. В.В. Алексеева. - 3-е изд., стер.; Допущено УМО. - М. : Академия, 2010.

6.2.2 **Сигов А.С.** Метрология, стандартизация и технические измерения [Текст] : Учебник / А. С. Сигов, В. И. Нефедов ; Под ред. А.С. Сигова. - Допущено Министерством образования и науки РФ. - Москва : Высшая школа, 2008. - 624 с. : ил.

6.2.3 **Радкевич Я.М.** Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : Учебник для вузов / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов. - 4-е изд., стер. ; Допущено Министерством образования и науки РФ. - М. : Высшая школа, 2010. - 791 с. : ил.

6.2.4 **Астайкин А.И.** Метрология и радиоизмерения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Астайкин А.И., Помазков А.П., Щербак Ю.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2010.— 405 с.— URL: <http://www.iprbookshop.ru/18440>

6.2.5 **Архипов А.В.** Основы стандартизации, метрологии и сертификации [Электронный ресурс]: учебник/ Архипов А.В., Берновский Ю.Н., Зекунов А.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012.— 447 с.— URL : <http://www.iprbookshop.ru/12853>.

6.2.6 **Дегтярева, О.Н.** Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2015. — 143 с. —URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69418

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 **Проверка метрологических характеристик приборов и датчиков калибратором "МЕТРАН 501-ПКД-Р"** [Текст] : Методические указания к лабораторным работам по дисц. "Метрология, стандартизация и сертификация" для студ. всех форм обучения по напр. "Приборостроение" / Сост. С.И. Гайнов. - Н.Новгород : АПИ НГТУ, 2015. - 48 с.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

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

7.1.2 Электронно-библиотечная система «Лань-Трейд» <http://e.lanbook.com>

7.1.3 Среда дистанционного обучения (СДО) Moodle АПИ НГТУ (доступ к СДО по паролю) Электронная страница курса «Метрология, стандартизация и сертификация» (доступ к странице - по привязке к курсу); адрес страницы <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=12>

7.1.4 Портал федерального агентства по техническому регулированию и метрологии адрес страницы <https://www.rst.gov.ru/portal/gost>

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

7.2.1 При работе над отчетами по лабораторным работам, самостоятельном изучении разделов дисциплины применяется пакет прикладных офисных программ Microsoft Windows Office 2007 (включая программы Microsoft Word, Microsoft Excel) . Тип лицензирования - Лицензируемое ПО. Разработчик –Microsoft corporation, 2007 г.)

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

Таблица 8.1 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение IPR BOOKS WV-Reader
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
Кафедра АПУ (ауд.9) – мультимедийная учебная лаборатория для лекционных занятий с мультимедийной демонстрацией, групповых и индивидуальных консультаций, Арзамас, ул. Калинина, 19, кафедра АПУ	- Компьютер с установленным и офисным программным обеспечением (Microsoft Office) Подключен к сети «Интернет» и обеспечивают доступ к ресурсам ЭБС и СДО Moodle АПИ НГТУ (см. п. 7.1). Подключен к локальной сети АПИ НГТУ -Мультимедийное оснащение (проектор, экран проектора) -Посадочные места для студентов и преподавателя
Кафедра АПУ (ауд.12) – учебная лаборатория для лабораторных занятий с контрольно-измерительной аппаратурой, групповых и индивидуальных консультаций, Арзамас, ул. Калинина, 19, кафедра АПУ	Осциллограф универсальный GW Instek GRS-6032A - 2 шт, Генератор GW Instek GFG-8219A - 4 шт, Вольтметр универсальный В7-78/1 - 2 шт, Источник постоянного тока GW Instek PSS-2005 - 2 шт, Осциллограф-мультиметр ОМЦ-20 - 3 шт, Источник постоянного тока ТЕС-9 - 1 шт, Калибратор метрологический Метран-501-ПКД-Р, Источник переменного напряжения 36 В, 400 Гц - 1 шт. Комплекты макетов элементов приборов и датчиков. Терморегистратор Center 342 - 3шт. Осциллограф Agilent U1604B , шкаф для методической литературы - 3шт. посадочных мест - 30, лабораторные столы - 7шт., демонстрационные стенды - 3

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
Ауд 316 – кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, 19	-26 компьютеров с установленным офисным программным обеспечением (Microsoft Office). 5 Подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ к ресурсам ЭБС и СДО Moodle АПИ НГТУ (см. п. 7.1). Подключены к локальной сети АПИ НГТУ для обмена данными -Мультимедийное оснащение (телевизионный монитор) -Посадочные места для студентов

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины, используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических занятий и лабораторных работ находятся в доступе в системе дистанционного обучения (СДО) Moodle АПИ НГТУ на странице курса «Метрология, стандартизация и сертификация» (см. п. 7.1.3) и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях, лабораторных и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии по тематике занятия, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникающие при самостоятельной подготовке отчетов по практическим и лабораторным занятиям, к тестированию по разделам курса, разбираются на аудиторных занятиях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как внутренняя электронная почта СДО MOODLE и видеоконференции на платформе ZOOM (формируются преподавателем).

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (см. табл. 4.1, 4.2) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к лабораторным и практическим занятиям

и выполнения заданий самостоятельного тестирования в СДО Moodle, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы (см. п. 6.3.1). Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя. Защищенные отчеты по лабораторным хранятся у преподавателя и могут быть использованы преподавателем при текущем контроле или промежуточной аттестации студента.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Результаты фиксируются преподавателем в личном журнале.

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий по дисциплине является решение расчетных задач, обсуждение наиболее важных и сложных вопросов по отдельным разделам, и разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков при работе с методиками расчета погрешностей, классов точности и обработке результатов измерений
- закрепление и развитие полученных знаний

Результаты работы по практическим занятиям (решение задач) оформляются в конспекте студента и проверяются преподавателем. Каждая выполненная задача подлежит защите у преподавателя. Защищенные задачи хранятся в конспекте у студента и могут быть использованы преподавателем при текущем контроле или промежуточной аттестации студента. Результаты фиксируются преподавателем в журнале.

10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

10.6 Методические указания для выполнения Контрольной работы

Контрольная работа является одним из видов учебного процесса. Выполнение

контрольной работы позволяет повысить готовность студента и качество выработки им профессиональных компетенций к решению профессиональных задач в рамках дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация». А именно, способность к выбору и использованию ресурсов, методик и оборудования для проведения экспериментальных измерений (ИОПК 3.1) с последующей обработкой и представлением полученных экспериментальных данных (ИОПК 3.2). Контрольная работа заключается в решении перечня теоретических расчетных задач по различным разделам курса.

Выполнение Контрольной работы осуществляется студентами заочной формы обучения по индивидуальным задачам и исходным данным. Перечень задач и варианты исходных данных заданий размещены в фонде оценочных средств дисциплины. Вариант численных исходных данных выдается студенту преподавателем (см. п. 5.2.2). Контрольная работа выполняется студентом заочной формы самостоятельно с возможностью индивидуальных консультаций с преподавателем по вопросам выполнения. Контрольная работа должна содержать титульный лист, и расчетную часть с необходимыми расчетами решений задач, комментариями и иллюстрациями. Для помощи в выполнении работы, студенту предоставляется для ознакомления образцы выполненных контрольных работ, что способствует правильной организации работы студента в выполнении задания. Защита контрольных работ выполняется в установленный срок в соответствии с учебным расписанием. Не допускается прием контрольных работ с условиями заданий не соответствующих выданным преподавателем. Контрольная работа может выполняться в рукописном, печатном или электронном видах, по согласованию с преподавателем. Работы, оформленные ненадлежащим образом, имеющие грубые ошибки в расчетах и помарки в оформлении к защите не допускаются. В случае недопуска работы к защите, преподаватель разъясняет студенту указанные ошибки и замечания и назначает срок повторной сдачи контрольной работы.

Для допуска студента заочной формы к промежуточной аттестации по дисциплине, контрольная работа должна быть защищена и сдана до дня зачета.

10.7 Методические указания для выполнения курсовой работы (проекта)

Курсовое проектирование по дисциплине не предусмотрено учебным планом

10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF.

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF.

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf.

**Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины
на 20____/20____ уч. г.**

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:

Глебов В.В.
« ____ » _____ 20 ____ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1)

2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от _____ № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (ФИО)

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от _____ № _____

Зам. директора по УР _____
(подпись) Шурыгин А.Ю.

Согласовано:

Начальник УО _____
(подпись) Мельникова О.Ю.

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки _____
(подпись) Старостина О.Н.