

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»

Институт транспорта и логистики
Кафедра железнодорожного транспорта



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института транспорта
и логистики
В.В. Быкадоров

(подпись)
« 14 » 04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТРОЛОГИЯ»

По направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология
Профиль: «Метрология, стандартизация и сертификация»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Метрология» по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология – 39 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Метрология» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология (утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 901).

СОСТАВИТЕЛЬ:

старший преподаватель Додонов В.И.,

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры железнодорожного транспорта «12» 04 20 23 г., протокол № 9

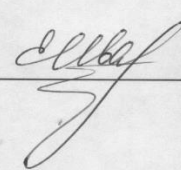
Заведующий кафедрой
железнодорожного транспорта  Быкадоров В.В.

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

Согласована (для обеспечивающей кафедры):

Переутверждена: «__» _____ 20__ года, протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института транспорта и логистики «14» 04 20 23 г., протокол № 8.

Председатель учебно-методической
комиссии института транспорта и логистики  Иванова Е.И.

© Додонов В.И., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины «Метрология» заключается в формировании у студентов понимания сущности и роли метрологии в различных сферах деятельности общества, на всех стадиях жизненного цикла продукции и предоставления различных видов услуг.

Задачи изучения дисциплины «Метрология»:

овладение комплексом знаний по теоретическим основам метрологии;
усвоение основных межгосударственных систем стандартов Государственной системы обеспечения единства измерений;
обучение приемам и методам поверки, калибровки средств измерений;
ознакомление с перспективами развития метрологии, с целью использования ее идей и методов в других науках, применения в метрологии новейших достижений естественных наук.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Метрология» входит в модуль профессиональных дисциплин обязательной части учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания истории возникновения и основных этапов развития метрологии; теоретических основ метрологии; видов и структур нормативных документов в области метрологии; принципов действия средств измерений; методов измерений различных физических величин; порядка обработки результатов измерений и оценивания погрешностей;

умения проводить обработку результатов измерения, полученных при решении метрологических задач и проведении измерительных экспериментов; выбирать средства измерения при измерении физической величины с заданной погрешностью; при разработке локальных поверочных схем правильно выбирать рабочие эталоны с целью исключения рисков недостоверных результатов поверки средств измерения; работать с нормативно-технической документацией;

навыки в измерении основных физических параметров; в обработке и оформлении результатов измерений.

Дисциплина «Метрология» является логическим продолжением содержания дисциплин: «Математика», «Информатика», «Физика», «Химия», «Философия», «Введение в профессиональную деятельность», «Физические основы измерений и эталоны», «Информационные технологии в метрологии», «Методы и средства измерений и контроля», и служит основой для освоения дисциплин: «Метрология, стандартизация и сертификация», «Автоматизация измерений, контроля и испытаний», «Организация и технология испытаний», «Статистические методы контроля и управления качеством», «Планирование и организация эксперимента в метрологии».

Курс «Метрология» необходим для освоения общепрофессиональной и профессиональной компетенций по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология, а также, написания выпускной квалификационной работы бакалавра и сдачи государственного экзамена.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-2. Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин	ОПК-2.1. Имеет представление о положениях профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин, используемых в области профессиональной деятельности.	Знать: основы теории измерений и применяемые положения математических и естественнонаучных дисциплин; виды и структуру нормативных документов в области метрологии; порядок обработки результатов измерений и оценивания погрешностей; Уметь: выбирать методики выполнения измерений; проводить обработку результатов измерения, полученных при решении метрологических задач и проведении измерительных экспериментов; работать с нормативно-технической документацией; Владеть: навыками в измерении основных физических параметров с использованием профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин в обработке и оформлении результатов измерений.
ПК-3. Способен осуществлять выполнение работ по метрологическому обеспечению разработки, производства и испытаний продукции, оказания услуг	ПК-3.1. Выполняет измерения для определения действительных значений контролируемых и подтверждения соответствия действительных значений контролируемых параметров и технических характеристик продукции (технологии оказания услуги) заданным (требуемым) на этапах разработки, производства и	Знать: принципы действия средств измерений; методы измерений различных физических величин; теоретические основы метрологии; виды и структуру нормативных документов в области метрологии; порядок обработки результатов измерений и оценивания погрешностей; Уметь: осуществлять выбор средств измерений по заданным метрологическим характеристикам и с заданной точностью;

	испытаний продукции.	осуществлять поиск стандартов для выполнения операций измерительного процесса; разбираться в классификации стандартов; при разработке локальных поверочных схем правильно выбирать рабочие эталоны и средства измерений с целью исключения рисков недостоверных результатов поверки средств измерения; проводить обработку результатов измерения, полученных при решении метрологических задач и проведении измерительных экспериментов; работать с нормативно-технической документацией; Владеть: навыками в выборе средств измерений для проведения измерительного процесса, в обработке и оформлении результатов измерений; навыками метрологического обеспечения на этапах разработки, производства и испытаний продукции.
--	----------------------	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	324 (9 зач. ед)	-	324 (9 зач. ед)
Обязательная контактная работа (всего) в том числе:	144	-	36
Лекции	64		16
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	64		16
Лабораторные работы	16		4
Курсовая работа (курсовой проект)	36		36
Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.)	-		-
Самостоятельная работа студента (всего)	180	-	288
Форма аттестация	зачет (5 семестр) экзамен (6 семестр)	-	зачет (5 семестр) экзамен (6 семестр)

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 5

Тема 1. Вводная лекция.

Тема 2. Основные понятия и определения метрологии и измерительной техники.

Тема 3. Единицы и системы физических величин. Система СИ – основные и производные единицы.

Тема 4. Эталоны основных единиц СИ.

Тема 5. Передача размера единиц от эталонов к образцовым и рабочим средствам измерения.

Тема 6. Поверочные схемы для линейных и других измерений.

Тема 7. Виды и методы измерений. Виды средств измерений и их структурные элементы.

Тема 8. Погрешности измерений, классификация и закономерности их появления. Понятие о точности и правильности, сходимости и воспроизведения измерений. Описание случайных погрешностей функциями распределения.

Тема 9. Законы распределения погрешностей. Обработка прямых измерений. Исключение грубых погрешностей.

Тема 10. Систематические погрешности. Классификация систематических погрешностей. Способы обнаружения систематических погрешностей. Введение поправок.

Семестр 6

Тема 11. Принципы выбора точности средств измерения. Допуски и приёмочный контроль.

Тема 12. Измерительные системы и их погрешности. Поправки, помехи. Характеристики погрешностей. Классы точности средств измерения.

Тема 13. Состав и характеристика измерительных систем. Функциональные блоки, преобразователи, усилители, вычисления и отображение измерительной информации.

Тема 14. Основные преобразователи физических величин. Первичные преобразователи, чувствительные элементы с механическим, пневматическим, электрическим и другими входами.

Тема 15. Аналого-цифровые преобразователи и их основные метрологические характеристики.

Тема 16. Виды аналого-цифровых преобразователей.

Тема 17. Методы измерений. Интерференционные и оптические методы.

Тема 18. Методы измерений весов, скоростей, твердости, плотности и температуры.

Тема 19. Координатно-измерительные машины.

Тема 20. Государственная метрологическая служба. Системы обеспечения единства измерений, испытаний.

Тема 21. Перспективы развития метрологии и измерительной техники.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
Семестр 5		32	-	8
1	Вводная лекция.	2	-	-
2	Основные понятия и определения метрологии и измерительной техники	4	-	-
3	Единицы и системы физических величин. Система СИ – основные и производные единицы	4	-	2
4	Эталоны основных единиц СИ	2	-	-
5	Передача размера единиц от эталонов к образцовым и рабочим средствам измерения	2	-	2
6	Поверочные схемы для линейных и других измерений	2	-	-
7	Виды и методы измерений. Виды средств измерений и их структурные элементы	4	-	2
8	Погрешности измерений, классификация и закономерности их появления. Понятие о точности и правильности, сходимости и воспроизведения измерений. Описание случайных погрешностей функциями распределения	4	-	2
9	Законы распределения погрешностей. Обработка прямых измерений. Исключение грубых погрешностей	4	-	-
10	Систематические погрешности. Классификация систематических погрешностей. Способы обнаружения систематических погрешностей. Введение поправок	4	-	-
Семестр 6		32	-	8
11	Принципы выбора точности средств измерения. Допуски и приёмочный контроль	4	-	2
12	Измерительные системы и их погрешности. Поправки, помехи. Характеристики погрешностей. Классы точности средств измерения	4	-	2
13	Состав и характеристика измерительных систем. Функциональные блоки, преобразователи, усилители, вычисления и отображение измерительной информации	4	-	-
14	Основные преобразователи физических величин. Первичные преобразователи, чувствительные элементы с механическим, пневматическим, электрическим и другими входами	4	-	-
15	Аналого-цифровые преобразователи и их основные метрологические характеристики	2	-	-
16	Виды аналого-цифровых преобразователей	2	-	-
17	Методы измерений. Интерференционные и оптические методы	2	-	-
18	Методы измерений весов, скоростей, твердости, плотности и температуры	4	-	2
19	Координатно-измерительные машины	2	-	-
20	Государственная метрологическая служба. Системы обеспечения единства измерений, испытаний	2	-	2
21	Перспективы развития метрологии и измерительной техники	2	-	-
Итого:		64	-	8

4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
Семестр 5		32	-	8
1	Перерасчет некоторых единиц системы МКГСС в единицы системы СИ	8	-	2
2	Построение поверочных схем	8	-	2
3	Расчет и выбор точности измерительных средств с учетом величины допуска и организационно-технической формы контроля	8	-	2
4	Обработка результатов прямых, косвенных измерений и их оценка по критериям согласия. Часть 1. Методика обработки результатов прямых измерений.	8	-	2
Семестр 6		32	-	8
5	Обработка результатов прямых, косвенных измерений и их оценка по критериям согласия. Часть 2. Оценка по критериям согласия.	8	-	2
6	Обработка результатов прямых, косвенных измерений и их оценка по критериям согласия. Часть 3. Обработка результатов косвенных измерений. Суммирование погрешностей.	8	-	2
7	Построение кривых распределения по результатам измерения	8	-	2
8	Основы метрологических расчетов	8	-	2
Итого:		64	-	16

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
Семестр 5				
1	Технический интерференционный метод измерения концевых мер длины	2	-	-
2	Плоско параллельные концевые меры длины и их аттестация	2	-	2
3	Обработка результатов измерения валов гладким микрометром	2	-	-
4	Определение суммарной погрешности косвенного метода измерения угла внутреннего конуса с помощью индикаторного глубиномера	2	-	-
5	Ревизия гладкого калибра – пробки на горизонтальном оптиметре ОГО-1	2	-	-
6	Ревизия гладкого калибра – пробки на горизонтальном оптиметре ИКГ-3	2	-	-
7	Поверка технических электроизмерительных приборов и определение их основных метрологических характеристик	4	-	2
Итого:		16	-	4

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная	Заочная форма

				форма	
Семестр 5			100	-	160
1	Вводная лекция	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	10	-	16
2	Основные понятия и определения метрологии и измерительной техники	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	10	-	16
3	Единицы и системы физических величин. Система СИ – основные и производные единицы	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	10	-	16
4	Эталоны основных единиц СИ	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	10	-	16
5	Передача размера единиц от эталонов к образцовым и рабочим средствам измерения	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	10	-	16
6	Поверочные схемы для линейных и других измерений	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	10	-	16
7	Виды и методы измерений. Виды средств измерений и их структурные элементы	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и	10	-	16

		промежуточному контролю знаний и умений			
8	Погрешности измерений, классификация и закономерности их появления. Понятие о точности и правильности, сходимости и воспроизведения измерений. Описание случайных погрешностей функциями распределения	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	10	-	16
9	Законы распределения погрешностей. Обработка прямых измерений. Исключение грубых погрешностей	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	10	-	16
10	Систематические погрешности. Классификация систематических погрешностей. Способы обнаружения систематических погрешностей. Введение поправок	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	10	-	16
Семестр 6			80	-	128
11	Принципы выбора точности средств измерения. Допуски и приёмочный контроль	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	7	-	12
12	Измерительные системы и их погрешности. Поправки, помехи. Характеристики погрешностей. Классы точности средств измерения	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	8	-	12
13	Состав и характеристика измерительных систем. Функциональные блоки, преобразователи, усилители,	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и	8	-	12

	вычисления и отображение измерительной информации	промежуточному контролю знаний и умений			
14	Основные преобразователи физических величин. Первичные преобразователи, чувствительные элементы с механическим, пневматическим, электрическим и другими входами	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	8	-	12
15	Аналого-цифровые преобразователи и их основные метрологические характеристики	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	7	-	12
16	Виды аналого-цифровых преобразователей	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	7	-	12
17	Методы измерений. Интерференционные и оптические методы	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	7	-	11
18	Методы измерений весов, скоростей, твердости, плотности и температуры	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	7	-	11
19	Координатно-измерительные машины	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	7	-	11
20	Государственная	Подготовка к	7		12

	метрологическая служба. Системы обеспечения единства измерений, испытаний	практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений			
21	Перспективы развития метрологии и измерительной техники	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений	7		11
Итого:			180	-	288

4.7. Курсовые работы/проекты

Рабочим учебным планом дисциплины предусмотрено выполнение курсовой работы.

Ориентировочные варианты тем:

1. Оценивание характеристик погрешности и вычисление неопределенности измерений при построении четырехплечего уравновешенного моста постоянного тока;
2. Анализ метрологических характеристик измерительных систем парового котла;
3. Оценка случайных погрешностей измерений;
4. Прямые многократные измерения величин. Обработка данных с группировкой;
5. Обеспечение качества измерений при поверке и калибровке;
6. Измерение физических величин при испытаниях деталей агрегатов железнодорожного транспорта;
7. Выбор методов и средств измерения давления для проведения испытаний системы вентиляции вагона дизель-поезда;
8. Выбор методов и средств измерения теплотехнических параметров газоперекачивающего агрегата с оценкой правильности их выбора;
9. Разработка информационно-измерительной системы контроля качества ультразвуковой сварки и расчет её метрологических характеристик;
10. Расчёт параметров многопредельного амперметра и определение его метрологических характеристик;
11. Методика расчёта неопределённости измерения метода определения воздухопроницаемости льняных тканей;
12. Статистическая обработка результатов серии измерений с многократными наблюдениями;
13. Оценка относительной стандартной неопределенности измерений расхода;

14. Способы нормирования метрологических характеристик средств измерения;

15. Обработка многократных рядов измерений.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования;

технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной,

диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателями, ведущими лекционные, практические и лабораторные занятия по дисциплине в следующих формах:

доклады;
контрольные работы;
разноуровневые задачи;
лабораторные работы;
тестирование;
защита курсовой работы.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в раздел 9 рабочей программы в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и практические задания). Отдельно оценивается защита курсовой работы. Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.

неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы
----------------------------	--

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Федеральный закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 N 102–ФЗ (ред. от 13.07.2015). Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/.

2. Закон Луганской Народной Республики «О единстве измерений» от 27.05.2016 № 95–II. Режим доступа: <https://nslnr.su/zakonodatelstvo/normativno-pravovaya-baza/2973/>.

3. РМГ 29–2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200115154>.

4. ГОСТ 8.009-84 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. Режим доступа: <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=142761>.

5. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / И. М. Лифиц. – 13-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 362 с. – (Бакалавр. Прикладной курс). – ISBN 978-5-534-08669-0. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/426015>

6. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 671 с. Режим доступа: <https://lib-bkm.ru/13585>

7. Дивин А.Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Электронный ресурс]: учебное пособие. В 5 ч. / А.Г. Дивин, С.В. Пономарев. - Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – Ч. 1. – 104 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/460/76460>.

8. Дивин, А.Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Электронный ресурс]: учебное пособие. В 5 ч. / А.Г. Дивин, С.В. Пономарев, Г.В. Мозгова. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2012. - Ч. 2. – 108 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/075/80075>.

б) дополнительная литература:

1. ГОСТ 8.061 – 80. Поверочные схемы. М. ГКС. – 1981. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200004558>

2. Кайнова, В.Н. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум. [Электронный ресурс] / В.Н. Кайнова, Т.Н. Гребнева, Е.В. Тесленко,

Е.А. Куликова. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2015. – 368 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/61361>.

3. Кучерявенко Е.П. Конспекты лекций по образовательной программе «Обеспечение единства измерений» [Электронный ресурс]: сборник/ Кучерявенко Е.П., Синяков А.И. – Электрон. текстовые данные. – М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2014. – 259 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44344>. – ЭБС «IPRbooks».

4. Шклярова Е.И. Классы точности средств измерений [Электронный ресурс]: методические рекомендации/ Шклярова Е.И. – Электрон. текстовые данные – М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2014. – 14 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46466>.— ЭБС «IPRbooks».

5. Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Лактионов Б.И.. – Саратов : Вузовское образование, 2019. – 791 с. – ISBN 978-5-4487-0335-5. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/79771.html>

6. Егоров Ю.Н. Метрология и технические измерения [Электронный ресурс]: сборник тестовых заданий по разделу дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация»/ Егоров Ю.Н. – Электрон. текстовые данные. – М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. – 104 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16371>. – ЭБС «IPRbooks».

7. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология. Часть 1. Общая теория измерений. СПб.: Питер, 2010. – 192 с. Режим доступа: https://www.studmed.ru/shishkin-ifteoreticheskaya-metrologiya-chast-1-obschaya-teoriya-izmereniy_a452be94295.html

8. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология. Учебное пособие. – М.: Логос, 2010. – 408 с.

9. Долинский Е.Ф. Обработка результатов измерений. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 192 с.

10. Пронкин Н.С. Основы метрологии. Практикум по метрологии и измерениям. – М.: Логос, 2009. – 350 с.

11. Дегтярев А.А., Летягин В.А., Погалов А.И., Угольников С.В. Метрология. – М.: Академический проект, 2009. – 256 с.

12. Бурдун Г.Д., Марков Б.Н. Основы метрологии. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 256 с, ил.

в) методические указания:

1. Методические указания к оформлению текстовой части дипломных проектов, выпускных квалификационных работ бакалавра, а также курсовых проектов и работ, контрольных работ и индивидуальных заданий по дисциплинам инженерного профиля (для студентов специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог» и направления подготовки 27.03.01

«Стандартизация и метрология») / Сост.: В.А. Слащёв. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018. – 47 с.

г) интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Государственный комитет метрологии, стандартизации и технических измерений Луганской Народной Республики - <https://gkmsti-lnr.su/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант-студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А.Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Метрология» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu

Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Метрология»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код и формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы форми- рования (семестр изучения)
1.	ОПК-2. Способен формулировать задачи профессиональ- ной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонауч- ных дисциплин	ОПК-2.1. Имеет представление о положениях профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин, используемых в области профессиональной деятельности.	Тема 1. Вводная лекция. Тема 2. Основные понятия и определения метрологии и измерительной техники. Тема 3. Единицы и системы физических величин. Система СИ – основные и производные единицы. Тема 4. Эталоны основных единиц СИ. Тема 5. Передача размера единиц от эталонов к образцовым и рабочим средствам измерения. Тема 6. Поверочные схемы для линейных и других измерений. Тема 7. Виды и методы измерений. Виды средств измерений и их структурные элементы. Тема 8. Погрешности измерений, классификация и закономерности их появления. Понятие о точности и правильности, сходимости и воспроизведения измерений. Описание случайных погрешностей функциями распределения. Тема 9. Законы распределения погрешностей. Обработка прямых измерений. Исключение грубых погрешностей. Тема 10. Систематические	5

			погрешности. Классификация систематических погрешностей. Способы обнаружения систематических погрешностей. Введение поправок.	
2.	ПК-3. Способен осуществлять выполнение работ по метрологическому обеспечению разработки, производства и испытаний продукции, оказания услуг	ПК-3.1. Выполняет измерения для определения действительных значений контролируемых и подтверждения соответствия действительных значений контролируемых параметров и технических характеристик продукции (технологии оказания услуги) заданным (требуемым) на этапах разработки, производства и испытаний продукции.	Тема 2. Основные понятия и определения метрологии и измерительной техники. Тема 4. Эталоны основных единиц СИ. Тема 5. Передача размера единиц от эталонов к образцовым и рабочим средствам измерения. Тема 6. Поверочные схемы для линейных и других измерений. Тема 7. Виды и методы измерений. Виды средств измерений и их структурные элементы. Тема 11. Принципы выбора точности средств измерения. Допуски и приёмочный контроль. Тема 12. Измерительные системы и их погрешности. Поправки, помехи. Характеристики погрешностей. Классы точности средств измерения. Тема 13. Состав и характеристика измерительных систем. Функциональные блоки, преобразователи, усилители, вычисления и отображение измерительной информации. Тема 14. Основные преобразователи физических величин. Первичные преобразователи, чувствительные элементы с механическим, пневматическим, электрическим и другими входами.	6

			Тема 15. Аналого-цифровые преобразователи и их основные метрологические характеристики. Тема 16. Виды аналого-цифровых преобразователей. Тема 17. Методы измерений. Интерференционные и оптические методы. Тема 18. Методы измерений весов, скоростей, твердости, плотности и температуры. Тема 19. Координатно-измерительные машины. Тема 20. Государственная метрологическая служба. Системы обеспечения единства измерений, испытаний. Тема 21. Перспективы развития метрологии и измерительной техники.	
--	--	--	---	--

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-2.1.	Знать: основы теории измерений и применяемые положения математических и естественнонаучных дисциплин; виды и структуру нормативных документов в области метрологии; порядок обработки результатов измерений и оценивания погрешностей; Уметь: выбирать методики выполнения измерений; проводить обработку результатов измерения, полученных при решении метрологических задач и проведении измерительных	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10.	Доклады, контрольные работы, разноуровневые задачи, лабораторные работы, тестирование

		экспериментов; работать с нормативно-технической документацией; Владеть: навыками в измерении основных физических параметров с использованием профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин в обработке и оформлении результатов измерений.		
2.	ПК-3.1.	Знать: принципы действия средств измерений; методы измерений различных физических величин; теоретические основы метрологии; виды и структуру нормативных документов в области метрологии; порядок обработки результатов измерений и оценивания погрешностей; Уметь: осуществлять выбор средств измерений по заданным метрологическим характеристикам и с заданной точностью; осуществлять поиск стандартов для выполнения операций измерительного процесса; разбираться в классификации стандартов; при разработке локальных поверочных схем правильно выбирать рабочие эталоны и средства измерений с целью исключения рисков недостоверных результатов поверки средств измерения; проводить обработку результатов измерения, полученных при решении метрологических задач и проведении измерительных экспериментов; работать с нормативно-технической документацией; Владеть: навыками в выборе средств	Тема 2. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 11. Тема 12. Тема 13. Тема 14. Тема 15. Тема 16. Тема 17. Тема 18. Тема 19. Тема 20. Тема 21.	Доклады, контрольные работы, разноуровневые задачи, тестирование

		измерений для проведения измерительного процесса, в обработке и оформлении результатов измерений; навыками метрологического обеспечения на этапах разработки, производства и испытаний продукции.		
--	--	---	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине

«Метрология»

Темы докладов:

1. Виды и назначение эталонов.
2. Выражение результатов измерений по различным измерительным шкалам.
3. Поверка и калибровка средств измерений.
4. Порядок обработки результатов косвенных измерений при коррелированных погрешностях.
5. Поверка и калибровка средств измерений.
6. Выбор числа измерений.
7. Основные и дополнительные единицы системы SI.
8. Оценка точности и однородности групп результатов измерений.
9. Классификация средств измерений.
10. Обработка результатов совокупных измерений.
11. Классы точности средств измерений.
12. Обработка результатов совместных измерений.
13. Аксиомы метрологии.
14. Проверка соответствия эмпирического и нормального теоретического распределений критериями Пирсона и Колмогорова-Смирнова.
15. Качественные и количественные характеристики объектов измерений.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «доклад».

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Доклад (сообщение) представлен(о) на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Доклад (сообщение) представлен(о) на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Доклад (сообщение) представлен(о) на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным

	аппаратом и т.п.)
2	Доклад (сообщение) представлен(о) на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Темы контрольных работ:

1. Метрология: основные понятия и определения.
2. Разделы метрологии, их задачи и функции.
3. Физическая величина и связанные с ней понятия.
4. Виды, методы и методики измерений физических величин.
5. Единицы физических величин и их классификация.
6. Системы единиц физических величин.
7. Международная система единиц физических величин СИ, её структура и преимущества перед другими системами.
8. Общие понятия про эталоны. Классификация эталонов.
9. Эталоны единиц длины и массы.
10. Эталон единицы времени и частоты. Шкалы времени.
11. Эталоны единиц силы электрического тока и температуры. Температурные шкалы.
12. Средства измерительной техники, их виды и основные метрологические характеристики.
13. Общие сведения о поверочных схемах.
14. Поверочные схемы для средств измерений линейных и угловых величин.
15. Поверочная схема для средств измерений времени и частоты.
16. Поверочные схемы для средств измерения механических величин.
17. Поверочные схемы для средств измерений электрических величин.
18. Поверочные схемы для средств измерений тепловых величин. Способы поверки СИ.
19. Погрешности методов измерений. Их классификация по различным признакам.
20. Основные понятия теории случайных погрешностей.
21. Порядок исключения систематических погрешностей в процессе измерений с внесением поправок.
22. Обработка результатов измерений, свободных от систематических погрешностей.
23. Погрешности средств измерительной техники и их влияние на достоверность контроля.
24. Нормирование метрологических характеристик средств измерительной техники.
25. Классы точности средств измерений.

26. Регулировка, градуировка и калибровка средств измерительной техники.
27. Государственная система обеспечения единства измерений.
28. Государственные служба времени и частоты, служба стандартных и справочных данных, служба стандартных образцов.
29. Метрологический контроль и надзор.
30. Международные метрологические организации.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контрольная работа»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Варианты разноуровневых задач:

1. Измерения толщины металлического покрытия дали следующие результаты:

12,3; 12,0; 11,9; 12,5; 11,8; 11,6; 12,8; 11,2; 13,0; 10,8 (мкм).

Определите, содержится ли грубая погрешность в экспериментальных данных при уровне значимости 5 % (использовать критерий Романовского и Диксона).

2. Проведены прямые многократные измерения кислотности раствора, результаты представлены в таблице.

Результаты измерений	0,6	0,75	0,82	0,91	0,95	1,2
Число измерений	1	6	10	8	4	1

Проверьте ряд на отсутствие промахов при уровне значимости $q = 5 \%$ (использовать критерий Шарлье и Диксона).

3. Измерения диаметра отверстия дали следующие результаты:

10,22; 8,50; 9,18; 9,20; 10,15; 9,84; 12,00; 10,00; 9,68; 9,44 (мм).

Проверить ряд на отсутствие промахов при уровне значимости $q = 1 \%$ (использовать критерий Романовского и Шарлье).

4. Измерения электрического сопротивления в выборке из партии резисторов дали следующие результаты:

Результаты измерений (кОм)	7,0	9,5	9,8	10,5	11,0	11,2	14,0
Число измерений	2	8	14	25	16	5	1

Проверьте ряд на отсутствие промахов при доверительной вероятности $P = 0,98$.

5. Измерения массы пищевого продукта дали следующие результаты:
205; 203; 212; 200; 209; 202; 210 (г).

Проверить отсутствие промахов и определить доверительный интервал, в котором находится значение измеряемой величины. Доверительная вероятность $P = 0,98$ (использовать критерий Романовского).

6. В результате измерений индуктивности катушки получены следующие значения:

6,0; 6,5; 7,0; 7,2; 8,0; 8,4; 8,5; 8,6; 8,8 (Гн).

Проверьте ряд на отсутствие промахов при доверительной вероятности $P = 0,9$ (использовать критерий Шарлье и Диксона).

7. Произведены дистанционные измерения скорости автомобиля, результаты которых представлены в таблице:

Скорость (км/ч)	65	70	78	80	82	90
Число измерений	1	15	18	25	30	1

Проверьте, содержат ли результаты измерений грубые погрешности. Определите доверительный интервал, в котором находится значение измеряемой величины. Доверительная вероятность $P = 0,96$ (использовать критерий Шарлье).

8. Определите по критерию Романовского, имеются ли в ряду результатов измерений угловой скорости грубые погрешности. Доверительная вероятность $P = 0,9$.

Результаты измерений:

3,5; 5,0; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 3,0; 4,5; 5,0; 6,5; 6,0; 4,5; 4,5 (об/с).

Определить доверительный интервал угловой скорости.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «разноуровневые задачи»

Шкала оценивания (интервал баллов).	Критерий оценивания
5	Решение разноуровневых задач выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% задач)
4	Решение разноуровневых задач выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% задач)
3	Решение разноуровневых задач выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% задач)
2	Решение разноуровневых задач выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% задач)

Темы лабораторных работ:

Семестр 5

1. Технический интерференционный метод измерения концевых мер длины;
2. Плоско параллельные концевые меры длины и их аттестация;
3. Обработка результатов измерения валов гладким микрометром;
4. Определение суммарной погрешности косвенного метода измерения угла внутреннего конуса с помощью индикаторного глубиномера;
5. Ревизия гладкого калибра – пробки на горизонтальном оптиметре ОГО-1;
6. Ревизия гладкого калибра – пробки на горизонтальном оптиметре ИКГ-3;
7. Поверка технических электроизмерительных приборов и определение их основных метрологических характеристик.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «лабораторная работа».

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Лабораторная работа выполнена на высоком уровне (расчеты, построение, оформление, представление итогового материала даны на 90-100 % вопросов/задач)
4	Лабораторная работа выполнена на среднем уровне (расчеты, построение, оформление, представление итогового материала даны на 75-89 % вопросов/задач)
3	Лабораторная работа выполнена на низком уровне (расчеты, построение, оформление, представление итогового материала даны на 50-74 % вопросов/задач)
2	Лабораторная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (расчеты, построение, оформление, представление итогового материала даны менее чем на 50 %)

Фонд тестовых заданий:

1. Относительная погрешность измерения – это:

- а) погрешность, являющаяся следствием влияния отклонения в сторону какого – либо из параметров, характеризующих условия измерения
- б) составляющая погрешности измерений не зависящая от значения измеряемой величины
- в) абсолютная погрешность, деленная на действительное значение
- г) составляющая погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений

2. Объектами стандартизации могут быть:

- а) продукция
- б) процессы и услуги
- в) методы измерений и контроля
- г) термины и определения
- д) все вышеуказанные варианты

3. Случайная погрешность – это:

- а) составляющая погрешности случайным образом изменяющаяся при повторных измерениях
- б) погрешность, превосходящая все предыдущие погрешности измерений
- в) разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины
- г) абсолютная погрешность, деленная на действительное значение
- д) справедливы "А", "Б" и "В"

4. Проверка соблюдения метрологических правил и норм проводится с целью:

- а) определения состояния и правильности применения средств измерений
- б) контроля соблюдения метрологических правил и норм
- в) определения наличия и правильности применения аттестованных методик выполнения измерений
- г) контроля правильности использования результатов измерения
- д) все, кроме "Г"

5. Совокупность допусков, характеризуемых постоянной относительной точностью для всех номинальных размеров данного диапазона - это:

- а) Единая система допусков и посадок (ЕСДП)
- б) класс точности
- в) степень точности
- г) квалитет
- д) поле допуска

6. Динамические измерения – это измерения:

- а) проводимые в условиях передвижных лабораторий

- б) значение измеряемой величины определяется непосредственно по массе гирь, последовательно устанавливаемых на весы
- в) изменяющейся во времени физической величины, которые представляется совокупностью ее значений с указанием моментов времени, которым соответствуют эти значения
- г) связанные с определением сил, действующих на пробу или внутри пробы

7. Как называется область значения шкалы, ограниченная начальным и конечным значением?:

- а) диапазон измерения
- б) диапазон показаний
- в) погрешность
- г) порог чувствительности
- д) цена деления шкалы

8. Нормальные условия измерений - это измерения, производимые:

- а) в специализированных лабораториях
- б) при отсутствии влияния внешних воздействующих факторов
- в) при минимальных систематических и случайных погрешностях
- г) средством измерения, имеющим нормированные метрологические характеристики
- д) при температуре 20 градусов Цельсия, атмосферном давлении 760 мм. рт. ст., относительной влажности 60%

9. Поверка средств измерений – это:

- а) определение характеристик средств измерений любой организацией, имеющей более точные измерительные устройства чем поверяемое
- б) калибровка аналитических приборов по точным контрольным материалам
- в) совокупность операций, выполняемых органами государственной службы с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений установленным техническим требованиям
- г) совокупность операций, выполняемых, организациями с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений современному уровню
- д) все перечисленное верно

10. Как называется количественная характеристика физической величины?:

- а) величина
- б) единица физической величины
- в) значение физической величины
- г) размер
- д) размерность

11. Какие средства измерений предназначены для воспроизведения и/или хранения физической величины?:

- а) вещественные меры

- б) индикаторы
- в) эталоны
- г) стандартные образцы материалов и веществ

12. Что такое измерение?

- а) определение искомого параметра с помощью органов чувств, номограмм или любым другим путем
- б) совокупность операций, выполняемых с помощью технического средства, хранящего единицу величины, позволяющего сопоставить измеряемую величину с ее единицей и получить значение величины
- в) применение технических средств в процессе проведения лабораторных исследований
- г) процесс сравнения значений нескольких физических величин
- д) все перечисленное верно

13. Дайте определение понятия «методика измерений»:

- а) исследование и подтверждение соответствия методик (методов) измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям
- б) совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности
- в) совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений
- г) совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины

14. Как называются технические средства, предназначенные для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины?:

- а) вещественные меры
- б) индикаторы
- в) измерительные преобразователи
- г) стандартные образцы материалов и веществ
- д) эталоны

15. Косвенные измерения - это такие измерения, при которых:

- а) применяется метод наиболее быстрого определения измеряемой величины
- б) искомое значение величины определяют на основании результатов прямых измерений других физических величин, связанных с искомой известной функциональной зависимостью
- в) искомое значение физической величины определяют путем сравнения с мерой этой величины
- г) искомое значение величины определяют по результатам измерений нескольких физических величин
- д) все перечисленное верно

16. Средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины с целью передачи ее размера другим средствам измерений данной величины - это:

- а) рабочий эталон
- б) первичный эталон
- в) вторичный эталон
- г) эталон единицы величины

17. Какой из перечисленных способов обеспечивает единство измерений?:

- а) определение систематических и случайных погрешностей, и их учет в результатах измерений
- б) применение средств измерений, метрологические характеристики которых соответствуют установленным нормам
- в) проведение измерений компетентными специалистами

18. Погрешностью результата измерений называется:

- а) отклонение результатов последовательных измерений одной и той же пробы
- б) разность показаний двух разных приборов полученные на одной и той же пробе
- в) отклонение результатов измерений от истинного (действительного) значения
- г) разность показаний двух однотипных приборов полученные на одной и той же пробе
- д) отклонение результатов измерений одной и той же пробы с помощью различных методик

19. Как называется значение физической величины, которое идеальным образом отражало бы в качественном и количественном отношениях соответствующую физическую величину?:

- а) действительное
- б) фактическое
- в) истинное
- г) номинальное

20. Правильность результатов измерений:

- а) результат сравнения измеряемой величины с близкой к ней величиной, воспроизводимой мерой
- б) характеристика качества измерений, отражающая близость к нулю систематических погрешностей результата
- в) определяется близостью среднего значения результатов повторных измерений к истинному (действительному) значению измеряемой величины
- г) варианты Б и В

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тесты»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
---------------------------------------	---------------------

5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

Курсовая работа

Семестр 6

Оrientировочные варианты тем:

1. Оценивание характеристик погрешности и вычисление неопределенности измерений при построении четырехплечего уравновешенного моста постоянного тока;
2. Анализ метрологических характеристик измерительных систем парового котла;
3. Оценка случайных погрешностей измерений;
4. Прямые многократные измерения величин. Обработка данных с группировкой;
5. Обеспечение качества измерений при поверке и калибровке;
6. Измерение физических величин при испытаниях деталей агрегатов железнодорожного транспорта;
7. Выбор методов и средств измерения давления для проведения испытаний системы вентиляции вагона дизель-поезда;
8. Выбор методов и средств измерения теплотехнических параметров газоперекачивающего агрегата с оценкой правильности их выбора;
9. Разработка информационно-измерительной системы контроля качества ультразвуковой сварки и расчет её метрологических характеристик;
10. Расчёт параметров многопредельного амперметра и определение его метрологических характеристик;
11. Методика расчёта неопределённости измерения метода определения воздухопроницаемости льняных тканей;
12. Статистическая обработка результатов серии измерений с многократными наблюдениями;
13. Оценка относительной стандартной неопределенности измерений расхода;
14. Способы нормирования метрологических характеристик средств измерения;
15. Обработка многократных рядов измерений.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «курсовая работа»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Курсовая работа выполнена на высоком уровне (студент в

	полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений и т.п.). Оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
4	Курсовая работа выполнена на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
3	Курсовая работа выполнена на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
2	Курсовая работа выполнена на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Оценочные средства для промежуточной аттестации «зачёт»

Семестр 5

Контрольные вопросы для зачета

1. История становления и развития метрологии.
2. Анализ периодических систематических погрешностей средств измерений.
3. Измерение как процесс получения информации об исследуемом объекте.
4. Классы точности средств измерений.
5. Основные элементы процесса измерений.
6. Порядок обработки результатов прямых многократных измерений.
7. Классификация измерений.
8. Проверка наличия грубых погрешностей и промахов.
9. Классификация методов измерений.
- 10 Роль измерений в управлении качеством продукции.
11. Классификация и способы определения погрешностей измерений.
12. Порядок обработки результатов косвенных измерений при линейной зависимости.
13. Обеспечение единства измерений. Структура государственной поверочной схемы средств измерений.
14. Порядок обработки результатов косвенных измерений при нелинейной зависимости.
15. Виды и назначение эталонов.
16. Выражение результатов измерений по различным измерительным шкалам.
17. Поверка и калибровка средств измерений.

18. Порядок обработки результатов косвенных измерений при коррелированных погрешностях.
19. Поверка и калибровка средств измерений.
20. Выбор числа измерений.
21. Основные и дополнительные единицы системы SI.
22. Оценка точности и однородности групп результатов измерений.
23. Классификация средств измерений.
24. Обработка результатов совокупных измерений.
25. Классы точности средств измерений.
26. Обработка результатов совместных измерений.
27. Аксиомы метрологии.
28. Проверка соответствия эмпирического и нормального теоретического распределений критериями Пирсона и Колмогорова-Смирнова.
29. Качество результатов измерений.
30. Порядок обработки результатов прямых многократных измерений.
31. Классификация погрешностей измерений.
32. Построение и анализ гистограммы по результатам измерений.
33. Качественные и количественные характеристики объектов измерений.
34. Порядок обработки результатов косвенных измерений.
35. Группы метрологических характеристик средств измерений.
36. Определение условных вероятностей правильных и ошибочных решений при выборочном контроле.
37. Условия измерений: нормальные и рабочие.
38. Переходный режим работы средств измерений. Дифференциальное уравнение динамики. Передаточная функция.
39. Основные и дополнительные погрешности средств измерений.
40. Стационарный режим работы средств измерений. Переходная характеристика.
41. Нестационарный режим работы средств измерений. Импульсная характеристика.
42. Определение нормы по критериям идеального наблюдателя и минимума среднего риска.
43. Статические и динамические измерения. Взаимосвязь динамических характеристик.
44. Погрешности, обуславливающие инструментальную погрешность средств измерений.
45. Измерение как процесс получения информации об исследуемом объекте.
46. Определение нормы по минимаксному критерию.
47. Классы точности средств измерений.
48. Обработка результатов однородных равноточных групп измерений.
49. Классификация методов измерений.

50. Правила формирования выборки при контроле
51. Обеспечение единства измерений. Структура государственной поверочной схемы средств измерений.
52. Статистические характеристики контроля выборки с возвратом.
53. Классификация и способы определения погрешностей измерений.
54. Статистические характеристики контроля выборки без возврата.
55. Поверка и калибровка средств измерений.
56. Применение теории случайных функций при анализе погрешностей средств измерений.
57. Основные и дополнительные единицы системы SI.
58. Статистические характеристики контроля выборки без возврата.
59. Корреляционная и нормированная корреляционная функции как статистические характеристики погрешностей измерений.
60. Оперативная характеристика контроля.

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «зачет»

Критерий оценивания	Шкала оценивания
Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения.	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок.	зачтено
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме.	зачтено
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы	не зачтено

Оценочные средства для промежуточной аттестации «экзамен»

Семестр 6

Теоретические вопросы

1. История развития метрологии и измерительной техники.
2. Значение метрологии и измерительной техники для научно-технического прогресса и промышленности. Актуальные проблемы современной метрологии.
3. Метрология: основные понятия и определения.

4. Разделы метрологии, их задачи и функции.
5. Физическая величина и связанные с ней понятия.
6. Виды, методы и методики измерений физических величин.
7. Единицы физических величин и их классификация.
8. Системы единиц физических величин.
9. Международная система единиц физических величин СИ, её структура и преимущества перед другими системами.
10. Общие понятия про эталоны. Классификация эталонов.
11. Эталоны единиц длины и массы.
12. Эталон единицы времени и частоты. Шкалы времени.
13. Эталоны единиц силы электрического тока и температуры. Температурные шкалы.
14. Средства измерительной техники, их виды и основные метрологические характеристики.
15. Общие сведения о поверочных схемах.
16. Поверочные схемы для средств измерений линейных и угловых величин.
17. Поверочная схема для средств измерений времени и частоты.
18. Поверочные схемы для средств измерения механических величин.
19. Поверочные схемы для средств измерений электрических величин.
20. Поверочные схемы для средств измерений тепловых величин. Способы поверки СИ.
21. Погрешности методов измерений. Их классификация по различным признакам.
22. Основные понятия теории случайных погрешностей.
23. Порядок исключения систематических погрешностей в процессе измерений с внесением поправок.
24. Обработка результатов измерений, свободных от систематических погрешностей.
25. Погрешности средств измерительной техники и их влияние на достоверность контроля.
26. Нормирование метрологических характеристик средств измерительной техники.
27. Классы точности средств измерений.
28. Регулировка, градуировка и калибровка средств измерительной техники.
29. Государственная система обеспечения единства измерений.
30. Государственные служба времени и частоты, служба стандартных и справочных данных, служба стандартных образцов.
31. Метрологический контроль и надзор.

32. Международные метрологические организации.

Практические задания

1. Во время измерения напряжения получено $n = 9$ результатов наблюдений, В. Вольтметр имеет класс точности k_V и шкалу от 0 до U_{VH} . Проверить, соответствует ли выборка нормальному закону распределения; в случае необходимости исключить аномальные результаты наблюдений. Вычислить вероятный результат прямого измерения и его суммарную погрешность.

(Исходные данные для расчета представлены в учебном пособии Головки Д.Б. и др.. Основы метрологии и измерений / Д.Б. Головки, К.Г.Рого, Ю.О. Скрипник. – К.: Лебедь, 2001., стр.289, согласно номера варианта, выданного преподавателем).

2. Во время исследования зависимости сопротивления катушки от температуры получены следующие результаты

$t, ^\circ\text{C}$	R_t	$t, ^\circ\text{C}$	R_t
20	R_{20}	60	R_{60}
30	R_{30}	70	R_{70}
40	R_{40}	80	R_{80}
50	R_{50}		

Функция $R_t = f(t)$ имеет вид $R_t = R_0(1 + \alpha t)$.

Определить сопротивление R_0 катушки при температуре 0°C , значения температурного коэффициента сопротивления α и материала проволоки, которая намотана на катушку.

(Исходные данные для расчета представлены в учебном пособии Головки Д.Б. и др.. Основы метрологии и измерений / Д.Б. Головки, К.Г.Рого, Ю.О. Скрипник. – К.: Лебедь, 2001., стр.310, согласно номера варианта, выданного преподавателем).

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «экзамен»

Национальная шкала	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках,

	определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)