

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ

ФЕДЕРАЦИИ

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкina

Дата подписания: 24.11.2025 11:15:15 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Уникальный программный ключ: «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
3097683b38557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904 МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкina
Кафедра метрологии, стандартизации и управления качеством

УТВЕРЖДАЮ:

И.О. Директора института механики и
энергетики имени В.П. Горячкina

Арженовский А.Г.

«20» июня 2025г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.30 Метрология

для подготовки специалистов

ФГОС ВО

Специальность: 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства

Специализация: Автомобили и тракторы

Курс 3

Семестр 6

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик: __ Голиницкий П.В., к.т.н., доцент


«16» июня 2025г.

Рецензент: __ Тойгамбаев С. К. д.т.н., доцент


«16» июня 2025г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта, по направлению подготовки 23.05.01

Программа обсуждена на заседании кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством протокол №12/06/25 от «16» июня 2025г.

Зав. кафедрой Леонов О.А. д.т.н, проф.



«16» июня 2025г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкina

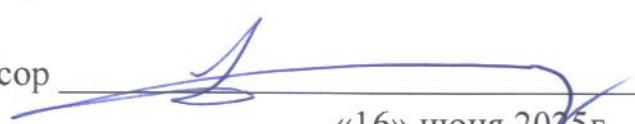
Дидманидзе О. Н. д.т.н., профессор

протокол № 5 от «20» июня 2025г.



Заведующий выпускающей кафедрой
тракторов и автомобилей

Дидманидзе О. Н. д.т.н., профессор


«16» июня 2025г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ / /

Содержание

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	6
ПО СЕМЕСТРАМ	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.3 ЛЕКЦИИ, ЛАБОРАТОРНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	15
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	19
ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и опыта деятельности	20
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков.....	20
6.2. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания	27
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	28
7.1 Основная литература	28
7.2 Дополнительная литература.....	29
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	29
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).....	29
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	31
Виды и формы отработки пропущенных занятий	31
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	31

Аннотация

рабочей программы дисциплины Б1.О.30 Метрология для подготовки специалистов по специальность подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» специализации «Автомобили и тракторы»

Цель освоения дисциплины: Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления. Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения. Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса. Знает основные направления развития и совершенствования объектов профессиональной деятельности, принципы построения алгоритмов решения инженерных и научно-технических задач в области эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса. Умеет формулировать задачи исследования, выбирать методы и средства их решения, разрабатывать мероприятия по их реализации, анализировать и интерпретировать получаемые результаты. Анализирует возможности решения инженерных и научно-технических задач посредством применения готовых прикладных программных продуктов, проводит поиск решений и обосновывает разработку оригинальных прикладных программ. Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности. Алгоритмизирует решение задач и реализует алгоритмы с использованием программных средств.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по специальности подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-2.1, УК-2.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1

Краткое содержание дисциплины: Основные термины и понятия метрологии. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин. Погрешности измерений. Средства измерений. Обработка результатов измерений. Основы метрологического обеспечения. Правовые основы обеспечения единства измерений. Стандартизация. Понятие о взаимозаменяемости. Научно-методические основы стандартизации. Система стандартизации РФ Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия. Схемы и системы подтверждения соответствия. Государственный контроль и надзор. Стандартизация. Понятие о взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок соединений. Точность обработки деталей. Расчет и выбор посадок. Расчет и выбор посадок подшипников качения. Допуски формы и расположения поверхностей. Шероховатость и волнистость поверхностей.

Общая трудоемкость дисциплины: 4 зачетных единицы (144 часа).

Промежуточный контроль: экзамен, КР

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Метрология» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способности:

Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления

Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения

Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности

Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса

Знает основные направления развития и совершенствования объектов профессиональной деятельности, принципы построения алгоритмов решения инженерных и научно-технических задач в области эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса

Умеет формулировать задачи исследования, выбирать методы и средства их решения, разрабатывать мероприятия по их реализации, анализировать и интерпретировать получаемые результаты

Анализирует возможности решения инженерных и научно-технических задач посредством применения готовых прикладных программных продуктов, проводит поиск решений и обосновывает разработку оригинальных прикладных программ

Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

Алгоритмизирует решение задач и реализует алгоритмы с использованием программных средств

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Метрология» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Метрология» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, профессиональных стандартов «Специалист по мехатронике в автомобилестроении», «Специалист по инструментальной оснастке в автомобилестроении», «Специалист по мехатронным системам автомобиля», «Специалист окрасочного производства в автомобилестроении», «Специалист по сборке агрегатов и автомобиля», «Конструктор в автомобилестроении», «Специалист по продажам в автомобилестроении», «Специалист по исследованию и анализу рынка автомобилестроения», «Технолог в автомобилестроении», «Специалист технологической подготовки производства в автомобилестроении», «Специалист по наладке оборудования в автомобилестроении», «Специалист по испытаниям и исследованиям в автомобилестроении», «Специалист по техническому диагностированию и контролю технического состояния автотранспортных средств при периодическом техническом осмотре», ОПОП

ВО и Учебного плана по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» являются:

«Математика» (1 курс, 1 и 2 семестр); «Физика» (1 курс, 2 семестр и 2 курс 3 семестр); «Конструкция наземных транспортных средств» (2 курс, 4 семестр); «Конструкции наземных технологических средств» (2 курс, 4 семестр).

Дисциплина «Метрология» является основополагающей для изучения следующих дисциплин:

«Надежность механических систем» (4 курс, 7 семестр); Технология производства наземных транспортно-технологических средств (4 курс, 7 семестр); Эксплуатация наземных транспортно-технологических средств (4 курс, 7 семестр); Проектирование наземных транспортно-технологических средств (4 курс, 7 семестр); Типаж и эксплуатация технологического оборудования (4 курс, 8 семестр); Испытания наземных транспортно-технологических средств (4 курс, 8 семестр); Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств (5 курс, 9 семестр); Технологические процессы ТО и ремонта наземных транспортно-технологических средств (5 курс, 9 семестр).

Особенностью дисциплины является значительная часть материала направлена на формирование базовых навыков необходимых для формирования профессиональных компетенций

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

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

Трудоемкость дисциплины составляет 144 часа: включая 70,4 часа контактных, 34 лекций, 16 часов лекционных, 16 часа практически занятий, 73,6 часа самостоятельной работы студентов, консультации перед экзаменом 2 часа, защита курсовой работы 2 часа, контактная работа на промежуточном контроле 0,4 часа, контроль 27 часов, 4 зачетных единиц. Промежуточный контроль дисциплины: в 6 семестре экзамен.

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетен- ции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающи- еся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-2	Способен управлять проек- том на всех этапах его жиз- ненного цикла	УК-2.1 Формулирует на основе по- ставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	основные характери- стики средств измере- ний.	определять наиболее важные параметры средств измере- ний	навыками вы- бора средств измерений ис- ходя из по- ставленных задач
2.	УК-2	Способен управлять проек- том на всех этапах его жиз- ненного цикла	УК-2.2 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной про- блемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значи- мость, ожидаемые результаты и воз- можные сферы их применения	средства измерений и возможности их приме- нения.	определять необ- ходимость приме- нения средств из- мерений в зависи- мости от жела- емого результата	навыками вы- бора средств исходя из необходимо- сти примене- ния
3.	ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-техни- ческие задачи в сфере своей профессиональной деятель- ности и новых междисци- плинарных направлений с использованием естествен- нонаучных, математических и технологических моделей;	ОПК-1.1 Демонстрирует знание ос- новных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профес- сиональной деятельности	виды погрешностей и причины их возникно- вения	определять вид погрешности	навыками расчета по- грешности приборов и способами уменьшения их воздей- ствия
4.	ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-техни- ческие задачи в сфере своей профессиональной деятель- ности и новых междисци- плинарных направлений с	ОПК-1.2 Использует знания основ- ных законов математических и есте- ственных наук для решения стан- дартных задач в области эксплуата- ции технических средств агропро- мышленного комплекса	основы взаимозаменяе- мости и обеспечения точности	применять знания о взаимозаменяе- мости и точности	навыками проведения расчетов с це- лью обеспе- чения взаимо- заменяемости

№ п/п	Код компетен- ции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
		использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей;				и необходимой точности
5.	ОПК-4	Способен проводить исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при решении инженерных и научно-технических задач, включающих планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов;	ОПК-4 Знает основные направления развития и совершенствования объектов профессиональной деятельности, принципы построения алгоритмов решения инженерных и научно-технических задач в области эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса1	порядок проведения расчётов необходимых для обеспечения работоспособности оборудования	проводить необходимые расчеты для обеспечения работоспособности оборудования	методикой расчетов узлов сопряжения
6.	ОПК-4	Способен проводить исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при решении инженерных и научно-технических задач, включающих планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов;	ОПК-4.2 Умеет формулировать задачи исследования, выбирать методы и средства их решения, разрабатывать мероприятия по их реализации, анализировать и интерпретировать получаемые результаты	основные принципы и правила использования средств измерения и контроля; маркировку, обозначение классов точности; связь классов точности; методики обработки результатов	оценивать правильность применения средств измерения и контроля; обоснованно выбирать и применять методику анализа измерений; разрабатывать предложения на основе собранных данных.	навыками сбора, обработки и анализа информации о надежности технических средств.
7.	ОПК-5	Способен применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использовать	ОПК-5.1 Анализирует возможности решения инженерных и научно-технических задач посредством приме-	конструкцию средств измерений осуществляющих автоматический сбор данных	элементы конструкции средств измерений осу-	базовыми навыками работы со сред-

№ п/п	Код компетен- ции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
		прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов;	нения готовых прикладных программных продуктов, проводит поиск решений и обосновывает разработку оригинальных прикладных программ		ществляющих автоматический сбор данных	ствами измерений осуществляющих автоматический сбор данных
8.	ОПК-5	Способен применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов;	ОПК-5.2 Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	средства измерений и стандарты используемые для использования в профессиональной деятельности	выбирать средства измерения и стандарты для использования в профессиональной деятельности	навыками проведения и обработки результатов измерений
9.	ОПК-7	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для задач профессиональной деятельности	ОПК-7.1 Алгоритмизирует решение задач и реализует алгоритмы с использованием программных средств	алгоритмы проведения точностных расчетов и подтверждения соответствия	проводить точностные расчеты и выбирать схемы подтверждения соответствия	программными средствами для проведения точностных расчетов

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144
1. Контактная работа:	70,4
Аудиторная работа	70,4
<i>в том числе:</i>	
лекции (Л)	34
практические занятия (ПЗ)	16
лабораторные работы (ЛР)	16
курсовая работа (КР) (консультация, защита)	2
консультации перед экзаменом	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	73,6
курсовая работа (КР) (подготовка)	26,6
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка	20
Подготовка к экзамену(контроль)	27
Вид промежуточного контроля:	Экзамен,КР

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 1. «Метрология»	38	12	-	16	-	10
Тема 1.1. Основные термины и понятия метрологии	2	2	-	-	-	-
Тема 1.2. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин	1	1	-	-	-	-
Тема 1.3. Погрешности измерений	2	2	-	-	-	-
Тема 1.4. Средства измерения	33	1	-	16	-	10
Тема 1.5. Обработка результатов измерений	2	2	-	-	-	-
Тема 1.6. Основы метрологического обеспечения.	2	2	-	-	-	-
Тема 1.7. Правовые основы обеспечения единства измерений	2	2	-	-	-	-
Раздел 2. «Стандартизация»	13	3	-	-	-	10
Тема 2.1. Основные цели, задачи и объекты стандартизации	1	1	-	-	-	-
Тема 2.2. Научно-методические основы стандартизации	1	1	-	-	-	-
Тема 2.3. Система стандартизации РФ	17	1	-	-	-	10

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 3. «Подтверждение соответствия»	13	3	-	-	-	10
Тема 3.1. Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия	1	1	-	-	-	-
Тема 3.2. Схемы и системы подтверждения соответствия	1	1	-	-	-	-
Тема 3.3. Государственный контроль и надзор	17	1	-	-	-	10
Раздел 4 «Основы взаимозаменяемости»	48,6	16	16	-	-	16,6
Тема 4.1. Понятие о взаимозаменяемости	2	2	-	-	-	-
Тема 4.2. Единая система допусков и посадок соединений	4	2	2	-	-	-
Тема 4.3. Точность обработки деталей	18	4	4	-	-	8
Тема 4.4. Расчет и выбор посадок	16	2	4	-	-	8,6
Тема 4.5. Расчет и выбор посадок подшипников качения	6	2	4	-	-	-
Тема 4.6. Допуски формы и расположения поверхностей	9	2	2	-	-	5
Тема 4.7. Шероховатость и волнистость поверхностей	2	2	-	-	-	-
<i>курсовая работа (КР) (консультация, защита)</i>	2	-	-	-	2	-
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	-	-	-	2	-
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	-	-	-	0,4	-
<i>Подготовка к экзамену(контроль)</i>	27	-	-	-	-	27
Итого по дисциплине	144	34	16	16	4,4	73,6

Раздел 1. Метрология

Тема 1.1. Основные термины и понятия метрологии.

Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, физическая величина, количественные и качественные проявления свойств объектов измерений и их отображения на шкалы измерений. Виды шкал и их особенности: шкалы наименований, порядка, интервалов и отношений. Единица величины, основной принцип измерения, результат измерения, погрешность результата измерения. Истинное и действительное значение измеряемой величины. Понятие измерение. Основное уравнение измерений. Виды и методы измерений. Форма записи результата измерения.

Тема 1.2. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин.

Принципы разделения величин на основные и производные. Система единиц СИ: основные и дополнительные единицы и их определения. Кратные и дольные единицы. Формирование единиц и размерностей производных единиц. Классификация измеряемых величин. Эталоны и стандартные образцы.

Тема 1.3. Погрешности измерений.

Структурная схема измерения и формирования погрешности. Классификация погрешностей: методические, инструментальные, личные, мультиплективные и аддитивные, систематические и случайные, грубые, в статическом и динамическом режиме измерения, основные и дополнительные. Алгоритмы определения составляющих и суммарной погрешности. Законы распределения результатов и погрешностей измерений. Экспериментальные способы определения составляющих и суммарной погрешности в статическом режиме измерения. Способы исключения и уменьшения систематических и случайных погрешностей.

Тема 1.4. Средства измерений.

Основные понятия, связанные со средствами измерения (СИ): классификация СИ, классификация математических моделей аналоговых СИ (статическая и динамическая характеристики и их влияние на характер измерения). Метрологические характеристики СИ. Нормирование погрешности средств измерения. Классы точности СИ.

Тема 1.5. Обработка результатов измерений

Формы представления результатов измерений. Использование априорной и апостериорной информации для оценивания погрешностей измерений. Алгоритмы обработки многократных измерений постоянной величины: некоррелированных равноточных и неравноточных и коррелированных равноточных. Алгоритм обработки независимых многократных измерений переменной измеряемой величины. Интервальная оценка измеряемой величины при обработке многократных измерений. Точечная и интервальная оценка дисперсии результата многократных измерений. Обработка результатов совместных измерений на основе метода наименьших квадратов. Обработка результатов косвенных измерений.

Тема 1.6. Основы метрологического обеспечения.

Понятие метрологического обеспечения единства измерений. Воспроизведение и передача размеров единиц физических величин. Научные организационные и технические основы метрологического обеспечения контроля качества. Организация и обеспечение метрологического обслуживания средств измерений.

Тема 1.7. Правовые основы обеспечения единства измерений

Основные понятия, используемые в Законе РФ «Об обеспечении единства измерений»: метрологическая служба, метрологический контроль и надзор, поверка и калибровка средств измерений, сертификат об утверждении типа средств измерений, сертификат о калибровке, лицензия на изготовление средств измерений. Задачи и структура Метрологической службы. Задачи, сфера деятельности и правовые основы Государственного контроля и надзора.

Раздел 2. Стандартизация

Тема 2.1. Стандартизация. Понятие о взаимозаменяемости

Основные положения Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации». Объекты стандартизации. История развития стандартизации и пути ее развития в России. Основные направления формирования стандартизации как научного направления. Стандартизация в условиях развитых рыночных отношений и ее экономические, социальные и коммуникативные функции. Роль стан-

дартизации в повышении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции, становлении научно-технического и экономического сотрудничества и развития торговых связей.

Тема 2.2. Научно-методические основы стандартизации

Математические модели и методы, применяемые в теории стандартизации. Система предпочтительных чисел, теория параметрических рядов. Особенности выбора линейных размеров. Ряды нормальных линейных размеров основного применения, дополнительные размеры. Ряды Е, особенности образования и область применения. Задачи оптимизации одномерных и многомерных параметрических рядов. Статистические и вероятностные методы, экономико-математическое моделирование и прогнозирование развития объектов стандартизации. Система методов оценки качества и оптимизации параметров объектов стандартизации.

Тема 2.3. Система стандартизации РФ

Основные положения системы стандартизации (СС РФ). Категории и виды стандартов. Классификация и обозначение стандартов. Межотраслевые системы стандартизации как объект СС, их роль в повышении эффективности производства, обеспечении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции. Характеристика, содержание и построение основных видов стандартов. Порядок разработки, согласования и утверждения проектов стандартов.

Государственные органы и службы стандартизации, их задачи и направления работы. Технические комитеты по стандартизации. Службы стандартизации в отраслях и на предприятиях.

Правовые основы стандартизации. Основные положения Закона РФ «О техническом регулировании».

Раздел 3. Подтверждение соответствия

Тема 3.1. Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия

Основные положения Федерального закона «О техническом регулировании». Роль сертификации в обеспечении качества продукции и защите прав потребителя. Обязательная и добровольная сертификация. Сертификация систем качества предприятий, организаций и учреждений на соответствие требований международных стандартов серии ИСО 9000. Основные принципы организации работ по сертификации систем качества. Задачи сертификации с точки зрения межгосударственных, политических, торгово-экономических и социальных экономических отношений. Объекты сертификации – продукция (услуги), процессы, системы качества производства, квалификация персонала. Обязательная и добровольная форма подтверждения соответствия

Тема 3.2. Схемы и системы подтверждения соответствия

Схема сертификации по классификации ИСО. Системы сертификации однородной продукции, для которых применяются одни и те же конкретные стандарты, правила и одинаковые процедуры. Структура системы сертификации. Схемы сертификации продукции и схемы сертификации услуг.

Тема 3.4. Государственный контроль и надзор

Надзор за соблюдением правил обязательной сертификации и за сертифицированной продукцией. Понятие о Государственном Реестре. Информационное

обслуживание по данным Реестра. Роль Государственного Реестра в проведении технической политики и управлении сертификацией продукции.

Раздел. 4. Основы взаимозаменяемости

Тема 4.1. Стандартизация. Понятие о взаимозаменяемости

Основные положения Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации». Определение взаимозаменяемости и ее виды; полная, неполная, внешняя и внутренняя взаимозаменяемость; функциональная взаимозаменяемость. Понятия «вал» и «отверстие». Основные термины и определения единой системы допусков и посадок (ЕСДП) размер, номинальный размер, предельные размеры, предельные отклонения, допуск размера, допуск посадки, виды посадок, предельные зазоры и натяги; основное отклонение. Типы посадок и их характеристика.

Тема 4.2. Единая система допусков и посадок соединений

Основная закономерность построения допусков размеров. Квалитет. Число единиц допуска для соответствующих квалитетов. Основные и промежуточные интервалы размеров. Единица допуска. Системы допусков и посадок: система отверстия и система вала. Основной вал, основное отверстие. Основные отклонения и их ряды в ЕСДП. Образование полей допусков и посадок. Обозначение предельных отклонений размеров на чертежах деталей и сборочных чертежах. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками и указание их на чертежах деталей.

Тема 4.3. Точность обработки деталей

Точность обработки деталей: систематические, случайные и грубые погрешности. Причины возникновения погрешностей. Методы исследования и оценки результирующих погрешностей: расчетно-аналитический и опытно-статистический. Распределение действительных размеров деталей. Закон нормального распределения (закон Гаусса) и его применение для оценки точности обработки. Нормированная функция Лапласа. Определение вероятности возникновения брака (исправимого и неисправимого).

Тема 4.4. Расчет и выбор посадок

Общие принципы расчета и выбора посадок. Понятие о функциональном, конструктивном и эксплуатационном допусках. Точность и долговечность соединений, коэффициент запаса точности, допуск и стоимость обработки. Методика расчета и выбора посадок с гарантированным зазором: определение предельных и конструктивных зазоров, смысл поправок. Расчет посадок с натягом: основные задачи, схема и расчетные формулы. Понятие о расчете переходных посадок. Применение стандартных посадок в автотракторном и сельскохозяйственном машиностроении.

Тема 4.5. Расчет и выбор посадок подшипников качения

Общая характеристика подшипников качения: классификация, обозначение, геометрические параметры, классы точности. Поля допусков и посадки подшипников качения. Виды нагружения колец подшипников качения. Расчет и выбор посадок для соединения подшипника качения в сборочной единице. Прoverка посадки под подшипник на допустимость минимального и максимального натягов в соединении и достаточность рабочего зазора в подшипнике.

Тема 4.6. Допуски формы и расположения поверхностей

Основные понятия и определения. Отклонения формы поверхностей: отклонение от цилиндричности, отклонение от круглости, отклонение профиля продольного сечения, отклонение от прямолинейности в плоскости, отклонение от плоскостности. Отклонения расположения поверхностей. Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей. Нормирование отклонений формы и расположения поверхностей и обозначение их допусков на чертежах.

Тема 4.7. Шероховатость и волнистость поверхностей

Шероховатость поверхности: основные понятия и определения. Параметры шероховатости. Обозначение шероховатости поверхности на чертежах. Волнистость поверхности.

4.3 Лекции, лабораторные и практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций, лабораторные и практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во Часов
1.	Раздел 1. Метрология				
	Тема 1.1 Основные термины и понятия метрологии	Лекция № 1. Основные термины и понятия метрологии.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-7.1	–	2
	Тема 1.2. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин	Лекция № 1. Основные термины и понятия метрологии.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-7.1	–	1
	Тема 1.3. Погрешности измерений	Лекция № 2. Погрешности измерений. Средства измерения	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	–	2
	Тема 1.4. Средства измерения	Лекция № 2. Погрешности измерений. Средства измерения	УК-2.1 УК-2.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	–	1
		Лабораторная работа № 1. Приборы для измерения температуры	УК-2.1 УК-2.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	проверка выполненного задания, защита лабораторной работы	4
		Лабораторная работа № 2. Стрелочный деформационный манометр	УК-2.1 УК-2.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	проверка выполненного задания, защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 3. Датчик давления деформационного мембранныго типа	УК-2 ОПК-5	проверка выполненного задания, защита лабораторной работы	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
		Лабораторная работа № 4. Измерения расхода воды по показаниям счетчика количества воды	УК-2.1 УК-2.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	проверка выполненного задания, защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 5. Измерение расхода воды по величине падения давления на мерной диафрагме	УК-2.1 УК-2.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	проверка выполненного задания, защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 6. Снятие характеристики насоса	УК-2.1 УК-2.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	проверка выполненного задания, защита лабораторной работы	4
	Тема 1.5. Обработка результатов измерений	Лекция № 3. Обработка результатов измерений	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	–	2
	Тема 1.6. Основы метрологического обеспечения	Лекция № 4. Основы метрологического обеспечения.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	–	2
	Тема 1.7. Правовые основы обеспечения единства измерений	Лекция № 5. Правовые основы обеспечения единства измерений	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	–	2
2.	Раздел 2. «Стандартизация»				
	Тема 2.1. Основные цели, задачи и объекты стандартизации	Лекция № 6. Основные цели, задачи и объекты стандартизации	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	–	1
	Тема 2.2. Научно-методические основы стандартизации	Лекция № 7. Научно-методические основы стандартизации	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	–	1
	Тема 2.3. Система стандартизации РФ	Лекция № 8. Система стандартизации РФ	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	–	1
3.	Раздел 3. «Подтверждение соответствия»				
	Тема 3.1. Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия	Лекция № 6. Сертификация	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	–	1
	Тема 3.2. Схемы и системы подтверждения соответствия	Лекция № 6. Сертификация	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1	–	1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
			ОПК-5.2		
	Тема 3.3. Государственный контроль и надзор	Лекция № 6. Сертификация	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	–	1
4.	Раздел 4. «Основы взаимозаменяемости»				
	Тема 4.1. Понятие о взаимозаменяемости	Лекция № 7. Понятие о взаимозаменяемости	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-7.1	–	2
	Тема 4.2. Единая система допусков и посадок соединений	Лекция № 8.. Единая система допусков и посадок соединений	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-7.1	–	2
		Практическое занятие № 1. Определение предельных размеров сопрягаемых деталей различных посадок	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-7.1	проверка выполненного задания	2
	Тема 4.3. Точность обработки деталей	Лекция № 9. Точность обработки деталей	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-7.1	–	4
		Практическое занятие № 2. Расчет и выбор посадок с зазором	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-7.1	проверка выполненного задания	4
	Тема 4.4. Расчет и выбор посадок	Лекция № 10. Расчет и выбор посадок	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-7.1	–	2
		Практическое занятие № 3. Расчет и выбор посадок с натягом	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-7.1	проверка выполненного задания	4
	Тема 4.5. Расчет и выбор посадок подшипников качения	Лекция № 11. Расчет и выбор посадок подшипников качения	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-7.1	–	2
		Практическое занятие № 4. Расчет и выбор посадок для подшипников качения	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2	проверка выполненного задания	4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
Тема 4.6. Допуски формы и расположения поверхностей	Лекция № 12. Допуски формы и расположения поверхностей	Лекция № 12. Допуски формы и расположения поверхностей	ОПК-7.1		
			ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-7.1	—	2
	Практическое занятие № 5. Расчет линейной размерной цепи сборочной единицы	Практическое занятие № 5. Расчет линейной размерной цепи сборочной единицы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-7.1	проверка выполненного задания	2
Тема 4.7. Шероховатость и волнистость поверхностей	Лекция № 13. Шероховатость и волнистость поверхностей	Лекция № 13. Шероховатость и волнистость поверхностей	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-7.1	—	2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
Раздел 1 «Метрология»			
1.	Тема 1.4. Средства измерения	Тепловые преобразователи Реостатные преобразователи Тензорезисторные преобразователи Магнитоупругие преобразователи Емкостные преобразователи Индуктивные преобразователи Фотоэлектрические преобразователи Электролитические преобразователи сопротивления Ионизационные преобразователи Пьезоэлектрические преобразователи Гальванические преобразователи Обращенные преобразователи Индукционные преобразователи Термоэлектрические преобразователи Термоэлектрические пирометры	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
Раздел 2 «Стандартизация»			
2.	Тема 2.3. Система стандартизации РФ	Изучение текста и содержание Федерального закона 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации»	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
Раздел 3. «Подтверждение соответствия»			
3.	Тема 3.3. Государственный контроль и надзор	Изучение текста и содержание Федерального закона 184-ФЗ «О техническом регулировании»	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
			ОПК-5.2
Раздел 4. «Основы взаимозаменяемости»			
4.	Тема 4.3. Точность обработки деталей	Шпоночные соединения Шлицевые соединения Резьбы	ОПК-1.1 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-7.1

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Тема 1.1. Основные термины и понятия метрологии	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 1.3. Погрешности измерений	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 1.4. Средства измерения	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 1.5. Обработка результатов измерений	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 1.6. Основы метрологического обеспечения.	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 1.7. Правовые основы обеспечения единства измерений	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 2.1. Основные цели, задачи и объекты стандартизации	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 2.2. Научно-методические основы стандартизации	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 2.3. Система стандартизации РФ	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 3.1. Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 3.2. Схемы и системы подтверждения соответствия	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 3.3. Государственный контроль и надзор	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 4.1. Понятие о взаимозаменяемости	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 4.2. Единая система допусков и посадок соединений	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 4.3. Точность обработки деталей	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 4.4. Расчет и выбор посадок	Л	информационно – коммуникационные технологии
Тема 4.5. Расчет и выбор посадок подшипников качения	Л	информационно – коммуникационные технологии

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и опыта деятельности

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков

Пример задания для лабораторной работы

Используя измерительный инструмент необходимо произвести измерения и обработать полученные данные согласно представленному порядку проведения лабораторной работы

Перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Назовите основные единицы системы СИ
2. Дайте определения основным единицам системы СИ
3. Какие погрешности различают в зависимости от характера изменения результатов при повторных измерениях? Назовите погрешности и дайте их определения.
4. Назовите основные источники возникновения систематических погрешностей измерения?
5. Какие методы применяют для выявления и исключения систематических погрешностей?
6. Назовите основные законы распределения случайных величин?
7. В чем заключается суть интервальной оценки результатов измерения?
8. В каких случаях при интервальной оценке применяется закон распределения Стьюдента?
9. Назовите основные виды средств измерения, согласно принятой классификации.
10. Перечислите основные метрологические характеристики средств измерения.
11. Как называется промежуток между двумя соседними отметками шкалы средства измерений?
12. Изменение тока диагонали моста на 6 мА соответствует перемещению указателя миллиамперметра на три деления, а изменение тока на 12 мА – на шесть делений. Найти верхний предел измерений при 50 делениях шкалы.
13. Какую погрешность средства измерения можно устранить корректированием нулевого значения выходного сигнала?
14. Какие погрешности могут быть нормированы у средств измерения?
15. От чего зависит вид нормируемой погрешности средства измерения?
16. Что такое класс точности средства измерения?
17. Приведите пример обозначения классов точности средств измерения? Дайте их расшифровку.
18. Назовите основное условие выбора средств измерений?

19. Какие экономические критерии следует учитывать при выборе средств измерения?
20. Какие эксплуатационные показатели учитываются при выборе средств измерений?
21. Как выбирают средства измерения при отсутствии допускаемой погрешности измерения в технической документации?
22. Назовите основные этапы обработки результатов прямых измерений с многократными наблюдениями при малом числе наблюдений.
23. Что такое не исключённая систематическая погрешность?
24. По какому критерию оценивают суммарную погрешность прямых измерений с многократными наблюдениями?
25. Назовите критерии исключения грубых погрешностей?
26. Как исключают систематическую погрешность из результатов прямых измерений с многократными наблюдениями?
27. Назовите основные этапы обработки результатов косвенных измерений с многократными наблюдениями.
28. Что такое не исключённая систематическая погрешность?
29. По какому критерию оценивают суммарную погрешность косвенных измерений с многократными наблюдениями?
30. Как исключают систематическую погрешность из результатов прямых измерений с многократными наблюдениями?
31. Как рассчитывают среднее квадратическое отклонение результата косвенного измерения с многократными наблюдениями?

Пример задания для практической работы

Подобрать стандартную посадку с натягом для следующих условий: $d = 0,150$ м, $d_2 = 0,250$ м, $d_1 = 0$ (вал сплошной), $\ell = 0,180$ м, $M_{kp} = 9000$ Н·м. Материал вала – сталь 30, втулки – 45, шероховатость вала $R_{ad} = 3,2$ мкм, шероховатость втулки $R_{aD} = 6,3$ мкм.

Задание для курсовой работы

Курсовая работа выполняется по унифицированной тематике разделов. По каждому разделу имеется 100 вариантов заданий. Описание и трудоемкость выполнения каждого раздела приведены ниже. Оформление работ должно соответствовать требованиям ЕСКД (ГОСТ 2.105 – 95), применяемым к текстовым документам. Каждый раздел работы должен начинаться с листа, имеющего текстовый штамп, в котором руководитель, после проверки правильности решения, ставит подпись в графе «Проверил», а после защиты раздела студентом – в графе – «Утвердил».

Пример задания для раздела курсовой работы

Обработка результатов прямых многократных наблюдений (большое число)

При проведении поверки рабочего средства измерений проводили прямые многократные измерения образцовой величины Z в количестве $n = 100$ раз. Действительное значение измеряемой величины усиливалось в K раз, поэтому при ее определении требуется корректировка на величину множителя ϕ .

Требуется провести обработку результатов наблюдений:

- определить и исключить систематические погрешности;
- построить укрупненный статистический ряд для исправленных результатов наблюдений;
- определить среднее арифметическое значение, оценку СКО результатов наблюдений и оценку СКО среднего арифметического;
- проверить результаты измерений на наличие грубых погрешностей и промахов;
- проверить гипотезу о том, что результаты наблюдений принадлежат нормальному распределению.

Уровень значимости проверки гипотез принять $q = 0,05$, доверительные границы при расчете погрешностей $P_\delta = 0,95$. Исходные данные приведены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7

Исходные данные

Показатель	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Образцовая величина Z	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Погрешность образцовой величины	$\pm 0,02$	$\pm 0,03$	$\pm 0,04$	$\pm 0,05$	$\pm 0,06$	$\pm 0,07$	$\pm 0,08$	$\pm 0,04$	$\pm 0,05$	$\pm 0,09$
Единица измерения	Ом	А	Н	мОм	мА	В	кВ	кН	мм	кОм
Множитель к показанию прибора ϕ	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

Таблица 8

Исходные данные

Показания прибора при поверке	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
96	5	–	6	–	3	–	4	–	5	–
97	12	4	13	4	10	6	10	5	15	5
98	21	6	19	9	21	11	21	12	18	13
99	25	25	25	22	32	22	30	20	31	19
100	23	31	18	28	20	24	18	26	16	29
101	11	22	14	20	9	21	12	21	11	17
102	3	7	5	12	5	12	5	10	4	14
103	–	5	–	5	–	4	–	6	–	3

Вопросы для защиты курсовой работы

1. Назовите основные единицы системы СИ

2. Дайте определения основным единицам системы СИ
3. Какие погрешности различают в зависимости от характера изменения результатов при повторных измерениях? Назовите погрешности и дайте их определения.
4. Назовите основные источники возникновения систематических погрешностей измерения?
5. Какие методы применяют для выявления и исключения систематических погрешностей?
6. Назовите основные законы распределения случайных величин?
7. В чем заключается суть интервальной оценки результатов измерения?
8. В каких случаях при интервальной оценке применяется закон распределения Стьюдента?
9. Назовите основные виды средств измерения, согласно принятой классификации.
10. Перечислите основные метрологические характеристики средств измерения.
11. Как называется промежуток между двумя соседними отметками шкалы средства измерений?
12. Изменение тока диагонали моста на 6 мА соответствует перемещению указателя миллиамперметра на три деления, а изменение тока на 12 мА – на шесть делений. Найти верхний предел измерений при 50 делениях шкалы.
13. Какую погрешность средства измерения можно устранить корректированием нулевого значения выходного сигнала?
14. Какие погрешности могут быть нормированы у средств измерения?
15. От чего зависит вид нормируемой погрешности средства измерения?
16. Что такое класс точности средства измерения?
17. Приведите пример обозначения классов точности средств измерения? Дайте их расшифровку.
18. Назовите основное условие выбора средств измерений?
19. Какие экономические критерии следует учитывать при выборе средств измерения?
20. Какие эксплуатационные показатели учитываются при выборе средств измерений?
21. Как выбирают средства измерения при отсутствии допускаемой погрешности измерения в технической документации?
22. Назовите основные этапы обработки результатов прямых измерений с многократными наблюдениями при малом числе наблюдений.
23. Что такое не исключённая систематическая погрешность?
24. По какому критерию оценивают суммарную погрешность прямых измерений с многократными наблюдениями?
25. Назовите критерии исключения грубых погрешностей?
26. Как исключают систематическую погрешность из результатов прямых измерений с многократными наблюдениями?

27. Назовите основные этапы обработки результатов косвенных измерений с многократными наблюдениями.
28. Что такое не исключённая систематическая погрешность?
29. По какому критерию оценивают суммарную погрешность косвенных измерений с многократными наблюдениями?
30. Как исключают систематическую погрешность из результатов прямых измерений с многократными наблюдениями?
31. Как рассчитывают среднее квадратическое отклонение результата косвенного измерения с многократными наблюдениями?

Примерные тесты для экзамена (промежуточного контроля) по дисциплине

БИЛЕТ №01

Тест состоит из частей А и В. На его выполнение отводится 90 минут. Подписывать и делать другие пометки на тестовом задании не разрешается.

Часть А

*К каждому заданию части А дано несколько ответов,
из которых один или несколько верные.*

A1. Укажите, к какому типу шкал относятся шкалы масс.

- 1) отношений
- 2) рангов
- 3) наименований
- 4) классификаций
- 5) порядка

A2. Укажите, к какому виду относят измерения, результат которых основывается на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании физических констант.

- 1) совокупные
- 2) прямые
- 3) абсолютные
- 4) совместные
- 5) косвенные

A3. Укажите вид средств измерений согласно классификации.

- 1) измерительные устройства
- 2) амперметры
- 3) измерительные установки
- 4) измерительные модули
- 5) измерительные наконечники

A4. Укажите название метода, при котором измеряемая физическая величина и мера последовательно воздействуют на измерительный прибор. При этом значение меры подбирают таким, чтобы ее воздействие на измерительный прибор было равно воздействию измеряемой физической величины.

- 1) дифференциальный совпадения
- 2) дифференциальный противопоставления
- 3) дифференциальный замещения
- 4) нулевой противопоставления
- 5) нулевой замещения

A5. Укажите, как называется характеристика качества измерений, которую количественно оценивают обратной величиной модуля относительной погрешности.

- 1) сходимость
- 2) воспроизводимость
- 3) правильность
- 4) точность
- 5) достоверность

A6. Укажите существующие разновидности эталонов.

- 1) единые
- 2) вторичные
- 3) региональные
- 4) образцовые
- 5) рабочие

A7. Укажите, существующие виды поверок средств измерения.

- 1) вторичная
- 2) интервальная
- 3) контрольная
- 4) первичная
- 5) обязательная

A8. Укажите существующие виды поверочных схем.

- 1) региональная
- 2) отраслевая
- 3) ведомственная
- 4) международная
- 5) государственная

A9. Укажите, какие виды деятельности попадают под сферу государственного метрологического надзора.

- 1) обязательное подтверждение соответствия новых средств измерений
- 2) испытание и утверждение типа средств измерений
- 3) лицензирование средств измерений
- 4) валютные операции
- 5) количество фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже

A10. Укажите, какие функции включает в себя государственный метрологический контроль.

- 1) лицензирование деятельности юридических и физических лиц по изготовлению и ремонту средств измерений
- 2) обязательное подтверждение соответствия новых средств измерений
- 3) калибровка средств измерений
- 4) определение соответствия выпускаемых средств измерений утвержденному типу
- 5) определение наличия и применения аттестованных методик выполнения измерений

A11. Знаменатель геометрической прогрессии для ряда предпочтительных чисел R20/2 равняется

- 1) 1,06
- 2) 1,5
- 3) 1,25
- 4) 1,4
- 5) 1,32

A12. Укажите, как называется принцип создания машин, оборудования и приборов из унифицированных и многократно используемых сборочных единиц, устанавливаемых в изделии в различном числе и различных комбинациях.

- 1) стандартизация
- 2) сертификация
- 3) техническое регулирование
- 4) унификация

5) агрегатирование

A13. Определить массу оригинальных деталей в изделии, если коэффициент применяемости по массе равен 40 %, а общая масса изделия – 80 кг.

- 1) 40
- 2) 48
- 3) 32
- 4) 20
- 5) 60

A14. Укажите, какие виды стандартов установлены, в зависимости от объекта и аспекта стандартизации.

- 1) на процессы
- 2) межотраслевые
- 3) унифицированные
- 4) общероссийские
- 5) на единичные показатели

A15. Укажите, как называется комитет в составе ИСО по защите прав потребителей.

- 1) РЕМКО
- 2) КОПОЛКО
- 3) ПЛАКО
- 4) СТАКО
- 5) ИНФКО

A16. Укажите, как называется форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

- 1) лицензирование
- 2) сертификация
- 3) подтверждение соответствия
- 4) аттестация
- 5) аккредитация

A17. Укажите, как называется национальный орган по сертификации РФ.

- 1) Росстандарт
- 2) Центрсерт
- 3) центральный орган сертификации
- 4) Ростест
- 5) Госстандарт

A18. Укажите какую схему сертификации рекомендуется применять для продукции, стабильность серийного производства которой не вызывает сомнения.

- 1) 9
- 2) 10а
- 3) 3
- 4) 8
- 5) 7

Часть В

Ответы к задачам должны содержать решения.

B1. В результате 36-ти кратных наблюдений получено значение физической величины

$\bar{x} = 51,27$. Для измерения было использовано средство измерения класса точности 0,4 с диапазоном показания от –100 до +150. Среднеквадратическое значение единичного наблюдения 0,6. Определить результат измерения с доверительной вероятностью 95 %.

$$Z = \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_2}$$

B2. Имеется зависимость $x_2 = \frac{x_1}{x_2}$. Измерения аргументов дали следующие результаты $x_1 = 20,5$; $x_2 = 4,8$. Первый аргумент был измерен прибором класса точности 0,2/0,04 с диапазоном

показания 0 ...50, второй – класса точности $0,1$, диапазон показаний -10 ... +10. Определите результат измерения.

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

Критерии оценки практических занятий

Таблица 11

Оценка	Критерии оценивания
Зачтено	оценку «зачтено» по практическому занятию, если студент выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасного труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.
Не зачтено	«не зачтено» по практическому занятию, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно..

Критерии оценки лабораторных работ

Таблица 12

Оценка	Критерии оценивания
Зачтено	оценку «зачтено» по лабораторным работам заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Не зачтено	оценку «не зачтено» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Критерии оценки курсовой работы

Студент получает «отлично» по курсовой работе, если студент выполняет работу в полном объеме, без ошибок, согласно выданному варианту и оформил работу в соответствии с требованиями ЕСКД (ГОСТ 2.105 – 95), применяемым к текстовым документам. Вовремя защиты были даны полные и верные ответы на вопросы.

Студент получает «хорошо» по курсовой работе, если студент выполняет работу в полном объеме, без ошибок, согласно выданному варианту и оформил работу в соответствии с требованиями ЕСКД (ГОСТ 2.105 – 95), применяемым к текстовым документам. Вовремя защиты были даны полные и верные ответы на большую часть вопросов.

Студент получает «удовлетворительно» по курсовой работе, если студент выполняет работу в полном объеме, без ошибок, согласно выданному варианту и

оформил работу в соответствии с требованиями ЕСКД (ГОСТ 2.105 – 95), применяемым к текстовым документам. Вовремя защиты не были даны верные ответы на вопросы.

Студент получает «*не зачтено*» по расчетно-графической работе, если работа выполнена не полностью, в расчетах допущены ошибки, вариант выполненной работы не совпадает с выданным преподавателем, работа оформлена небрежно и не отвечает требованиям ЕСКД (ГОСТ 2.105 – 95), применяемым к текстовым документам.

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 13

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» От 80 баллов (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» от 65 до 79 баллов (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» от 50 до 64 баллов (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» Не более 49 баллов (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Метрология и технические измерения [Электронный ресурс]: учебное

пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по специальности подготовки «Агроинженерия». Рекомендовано УМО вузов РФ / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба. - Электрон. текстовые дан. – Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. – 239 с.
<http://elib.timacad.ru/dl/local/362.pdf/view>.

2. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: учебник / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Москва: Реарт, 2017 – 188 с. <http://elib.timacad.ru/dl/local/d9361.pdf>.

3. Сборник задач по метрологии, стандартизации и сертификации [Электронный ресурс]: учебное пособие / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Электрон. текстовые дан. – Москва, 2018 – 160 с.
<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo206.pdf>.

7.2 Дополнительная литература

1. Измерение и контроль деталей транспортных и транспортно-технологических комплексов. / П.В. Голиницкий, С. К. Тойгамбаев - М.: Компания Спутник +, 2018. 154 с.

2. Метрология, стандартизация, сертификация / С. К. Тойгамбаев, А.П. Шнырев, П.В. Голиницкий - М.: Компания Спутник +, 2017. 357 с.

3. Основы взаимозаменяемости и технические измерения [Электронный ресурс]: учебник / О. А. Леонов, Ю.Г. Вергазова; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Электрон. текстовые дан. – Москва, 2020 – 162 с.
<http://elib.timacad.ru/dl/local/s281120-2.pdf>.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.labview.ru/> (открытый доступ)
2. <http://www.gost.ru/> (открытый доступ)
3. <http://www.metrologie.ru/> (открытый доступ)
4. <http://www.metrob.ru/> (открытый доступ)
5. <http://metrologyia.ru/> (открытый доступ)
6. <http://www.rgtr.ru/> (открытый доступ)
7. <http://www.rospromtest.ru/> (открытый доступ)

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Таблица 14

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
№22 (ул. Прянишникова, 14, стр. 7) ауд.302, учебная лаборатория	<p>1.Столы – 8 шт.</p> <p>2. Табуреты – 16 шт</p> <p>3.Столы для размещения оборудования ,приборов и деталей – 8 шт.</p> <p>4. Стол (для преподавателя) – 1шт.</p> <p>5. Стулья – 1 шт.</p> <p>6. Доска меловая – 1 шт.</p> <p>7. Индикатор ИЧ-10 И nv.№ 210134000003527</p> <p>8. Штангенинструменты: штангенциркуль 1 шт. И nv.№ 210134000003526, штангенциркуль -1 шт. И nv.№ 210134000003654 штангенрейсмас эл. ШРЦ-300 -1 шт. И nv.№ 210134000002387.</p> <p>7. Микрометрические инструменты: : микрометр МК 025 1 шт. И nv.№ 210134000003523 микрометр рычажный 1 шт. (И nv.№ 210134000002245, Микрометр рычажный МР-25-50 1 шт. И nv.№ 410134000001571, Набор КМД №1 2кл. И nv.№ 210134000002385 Индикатор электронный DIGICO 11 0-25 мм 0,001 мм И nv.№ 410134000001574</p> <p>8. Индикаторный нутромер - 1 шт.</p> <p>9. Оптиметр горизонт. И nv.№ 410134000002571</p> <p>10. Рычажный микрометр - 1 шт. (И nv.№), блок концевых мер - 1 шт. (И nv.№)</p> <p>11. Стойка тяжёлого типа - 2 шт.</p>
№22 (ул. Прянишникова, 14, стр. 7) ауд. 310, Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы	<p>1. Парты –14 шт.</p> <p>2. Стол (для преподавателя) –1 шт.</p> <p>3. Стулья – 1 шт.</p> <p>4. Доска меловая –1 шт. И nv.№ 210136000004288)</p> <p>5. Возможна установка на время занятий: Проектор NEC VT491G 800*600.2000Lumen И nv.№ 210134000001834 Ноутбук Asus A8Sr T5450/1024/160/SMulti/14» И nv.№ 210134000001835</p>
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова <i>Читальные залы библиотеки</i>	<i>Оснащение читальных залов</i>
<i>Общежития</i> <i>Комната для самоподготовки</i>	<i>Оснащение комнат для самоподготовки</i>

Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины «Метрология» студентам необходима систематическая самостоятельная работа с учебной литературой, конспектами лекций, Интернет-ресурсами и консультации преподавателя. Для успешного выполнения лабораторных занятий, входящих в практикум, студент должен самостоятельно готовиться к каждому занятию, а также строго выполнять правила техники безопасности работы в лаборатории кафедры.

Подготовка к практическому занятию включает в себя полное и детальное ознакомление с теоретическим материалом по изучаемой теме.

Студент должен иметь тетрадь, в которой при самостоятельной подготовке к занятиям составляет краткий конспект (1 - 1,5 с.) проработанного теоретического материала, чертит схемы, таблицы и проводит предварительные расчеты. Во время занятий все записи следует вести только в тетради и только ручкой.

Качество выполнения каждого занятия оценивает и фиксирует преподаватель.

На первом занятии все студенты знакомятся с правилами техники безопасности и обязаны строго выполнять их при нахождении в лаборатории кафедры.

Пропуск занятий без уважительной причины не допускается. Задолженности (пропущенные занятия, невыполненные задания) должны быть ликвидированы.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия обязан их отработать. Отработка практических занятий осуществляется путем самостоятельного выполнения задания по варианту.

Студент, не посещавший или пропустивший большое число лекций, для допуска к экзамену должен предоставить рукописный конспект лекций по пропущенным темам.

Студент получает допуск к экзамену, если выполнены и сданы: все практические занятия.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Специфика дисциплины является неразрывная связь теории с практикой. Теоретические знания, которые студенты получают на лекциях, подтверждаются и усваиваются на практических занятиях. Для успешного усвоения материала необходимы знания физики, элементарной и высшей математики, теории вероятности. Для повышения уровня знаний у студентов, необходимо искать пути совершенствования методики преподавания:

- использование разнообразных форм, методов и приёмов активизации познавательной деятельности учащихся (в т.ч. активных и интерактивных);
- использование наглядного материала: таблиц, рисунков, схем, демонстрация опытов;

- компьютеризация обучения;
- использование различных форм организации самостоятельной работы студентов: индивидуальная, групповая, коллективная;
- систематический контроль различных видов в процессе обучения.

Программу разработал:

Голиницкий Павел Вячеславович, к.т.н.

(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины Б1.О.30 «Метрология»
ОПОП ВО по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализации: «Автомобили и тракторы»,
(квалификация выпускника – специалист)

Тойгамбаевым Сериком Кокибаевичем, профессором кафедры технического сервиса машин и оборудования ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Метрология» ОПОП ВО по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализации: «Автомобили и тракторы» (специалист) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре метрологии, стандартизации и управления качеством (разработчик – Голиницкий Павел Вячеславович, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, кандидат технических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Метрология» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.
3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Метрология» закреплено 9 компетенций. Дисциплина «Метрология» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
5. Общая трудоёмкость дисциплины «Метрология» составляет 6 зачётных единиц (216 часа).
6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Метрология» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» и возможность дублирования в содержании отсутствует.
7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.
8. Программа дисциплины «Метрология» предполагает занятия в интерактивной форме.
9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».
10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, и участие в дискуссиях, диспутах, круглых столах, мозговых штурмах и ролевых играх, выполнение эссе, участие в тестировании, коллоквиумах, работа над домашним заданием в форме игрового

проектирования (в профессиональной области) и аудиторных заданиях), *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена и курсовой работы, что *соответствует* статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 2 наименования и *соответствует* требованиям ФГОС специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Метрология, стандартизации и сертификация» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Метрология, стандартизации и сертификация».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Метрология» ОПОП ВО по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализации: «Автомобили и тракторы» (квалификация выпускника – специалист), разработанная доцентом кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, кандидатом технических наук Голиницким П.В. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Тойгамбаев С. К. д.т.н., доцент, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук

«16» июня 2025