

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Парленко Екатерина Петровна

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

Дата подписания: 2023-07-20 11:20:48

Уникальный программный ключ:

7823a3d318128/ca51a86a4c69d33e1779345d45



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института механики и
энергетики имени В.П. Горячкина
И. Ю. Игнаткин
« _____ » _____ 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 27.03.02 Управление качеством

Направленность: Управление качеством в производственно-технологических системах



Курс 2


Семестр 3

Форма обучения – очная

Год начала подготовки – 2022


Москва, 2022

Разработчики: д.т.н., профессор Н.Ж. Шкаруба 
к.э.н., доцент Г.Н. Темасова 
«29» августа 2022 г.

Рецензент: д.т.н., профессор С.К. Тойгамбаев 
«29» августа 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.03 «Управление качеством» и учебного плана.


Программа обсуждена на заседании кафедры «Метрология, стандартизация и управление качеством» протокол № 01/08/22 от «29» августа 2022 г.

Зав. кафедрой д.т.н., проф. О.А. Леонов 
«29» августа 2022 г.

Согласовано:

/ Председатель учебно-методической комиссии
института механики и энергетики
имени В.П. Горячкина
д.т.н., проф. О.Н. Дидманидзе 
протокол № 2 от «15» 09 2022 г.
«15» 09 2022 г.

Руководитель ОПОП
д.т.н., профессор Н.Ж. Шкаруба 
«29» августа 2022 г.

Заведующий выпускающей кафедрой
«Метрология, стандартизация и управление качеством»
д.т.н., проф. О.А. Леонов 
«29» августа 2022 г.

/ Зав. отделом комплектования ЦНБ  Ермилова Д.В.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	7
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.3 ЛЕКЦИИ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	10
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	12
4.5 КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА.....	13
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	17
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	17
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	17
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	22
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	23
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	23
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ	24
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	24
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	24
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	24
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	26

Аннотация

рабочей программы дисциплины Б1.В.05 «Общая теория измерений» для подготовки бакалавров по направлению подготовки 27.03.02 «Управление качеством» направленность «Управление качеством в производственно-технологических системах»

Целью освоения дисциплины «Общая теория измерений» является формирование у бакалавра теоретических знаний и практических навыков решения профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью: разработка прикладных проблем в области метрологии; обеспечение необходимой эффективности систем измерений при неблагоприятных внешних воздействиях и планирование постоянного улучшения этих систем.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 27.03.02 «Управление качеством», направленность «Управление качеством в производственно-технологических системах», реализуется в 3 семестре 2 курса.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате изучения данной дисциплины у студента должны быть сформированы следующие компетенции: УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2.

Краткое содержание дисциплины:

Формально-логические основания измерения как процесса познания. Шкалы измерений. Физические шкалы и неоднозначность образов деятельности. Основное уравнение измерений. Понятие «погрешности» применительно к этим шкалам. Принцип формирования количественного значения величины. Основное уравнение измерений. Экспериментальная шкала интервалов. Истинное и действительное значения величины. Математические модели шкал наименований и порядка для количественной величины. Система единиц физических величин. Эталоны единиц физических величин и поверочные схемы. Разделение величин на основные и производные. Принцип формирования совокупности основных величин. Международная система единиц SI. Эталоны единиц этой системы. Виды и методы измерений. Классификация видов и методов измерений. Метод непосредственной оценки. Методы сравнения с мерой – дифференциальный, противопоставления, нулевой, замещения, совпадений. Математические модели величин и средств измерений. Классификация СИ. Структурные схемы СИ и измерительных систем. Статические характеристики СИ. Математическая модель СИ в форме статической характеристики. Чувствительность СИ. Импеданс. Динамические математические модели СИ: линейное дифференциальное уравнение, передаточная, весовая и переходная функции, частотная характеристика (амплитудно-частотная (АЧХ) и фазочастотная (ФЧХ) характеристики). Погрешности измерения. Математическая обработка результатов измерений.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц / 216 часов, в т.ч. 4 часа практическая подготовка.

Промежуточный контроль: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Общая теория измерений» является формирование у бакалавра теоретических знаний и практических навыков решения профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью: разработка прикладных проблем в области метрологии; обеспечение необходимой эффективности систем измерений при неблагоприятных внешних воздействиях и планирование постоянного улучшения этих систем, в том числе с применением современных цифровых технологий и инструментов.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Общая теория измерений» относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока (Б1.В.05) реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП и Учебного плана по направлению 27.03.02 Управление качеством, направленность «Управление качеством в производственно-технологических системах».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Общая теория измерений» являются:

«Математика» – уметь использовать математический аппарат для обработки технической информации и анализа данных основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, теории вероятности и теории математической статистики, статистических методов обработки экспериментальных данных (*1 курс, 1 и 2 семестр*);

«Информатика» – уметь пользоваться глобальными информационными ресурсами и современными средствами телекоммуникаций (*1 курс, 1 семестр*).

Дисциплина «Общая теория измерений» является основополагающей для изучения дисциплин:

«Метрология и сертификация» – фундаментальные основы процесса измерений, постановка и решение измерительных задач, обработка результатов измерений (*5 семестр 3 курс*);

«Методы и средства измерений» – классификация и основные метрологические характеристики средств измерений (*5 семестр 3 курс*);

«Метрологическое обеспечение производства» – выбор и использование средств измерений с целью метрологического обеспечения производства (*4 семестр 2 курс*).

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

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение	Базовые принципы постановки задач и выработки решений, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Microsoft Excel, Word)	Ставить правильные и конкретные задачи для достижения поставленной цели, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, также посредством электронных ресурсов, официальных сайтов	Навыками составления правильных и конкретных задач для достижения поставленной цели, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, также с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Webinar
2.	ПКос-3	Способен разрабатывать корректирующие действия по управлению несоответствующей продукцией (услугами) в ходе эксплуатации	ПКос-3.1. Анализирует применяемые методы контроля (качественных и количественных) показателей качества продукции (услуг) в организации и разрабатывает предложения по их корректированию	Методы контроля (качественных и количественных) показателей качества продукции (услуг) в организации, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Microsoft Excel, Word)	Разрабатывать предложения по корректированию показателей качества, также посредством электронных ресурсов, официальных сайтов	Навыками анализа применяемых методов контроля (качественных и количественных) показателей качества продукции (услуг) в организации и разработки предложений по их корректированию, также с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Webinar
			ПКос-3.2. Разрабатывает методики по применению новых методов контроля (качественных и количественных) показателей качества продукции (услуг) в организации	Современные инструменты контроля качества и управления качеством, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Microsoft Excel, Word)	Применять современные инструменты контроля качества и управления качеством продукции (работ, услуг), также посредством электронных ресурсов, официальных сайтов	Навыками применения современных инструментов контроля качества и управления качеством продукции (работ, услуг), также с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Webinar

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов, в т.ч. 4 часа практическая подготовка), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам № 3
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	216/4	216/4
1. Контактная работа:	70,4/4	70,4/4
Аудиторная работа	70,4/4	70,4/4
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	34	34
<i>лабораторные занятия (ЛЗ)</i>	34/4	34/4
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	145,6	145,6
<i>контрольная работа (К) (подготовка)</i>	12	12
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	100	100
Подготовка к экзамену (контроль)	33,6	33,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

* в том числе практическая подготовка (см учебный план)

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Контактная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛЗ всего о/*	ПКР	
Тема 1. Формально-логические основания измерения как процесса познания.	10	4	–	–	6
Тема 2. Шкалы измерений. Физические шкалы и неоднозначность образов деятельности. Основное уравнение измерений.	14	4	–	–	10
Тема 3. Система единиц физических величин. Эталоны единиц физических величин и поверочные схемы.	20	2	2	–	16
Тема 4. Виды и методы измерений	34	6	8	–	20
Тема 5. Математические модели величин и средств измерений.	34	6	8	–	20
Тема 6. Погрешности измерения.	34	6	8	–	20
Тема 7. Математическая обработка результатов измерений	34/4	6	8/4	–	20
<i>Консультация перед экзаменом (Конс)</i>	2	–	–	2	–
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	–	–	0,4	–
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	33,6	–	–	–	33,6
Итого по дисциплине	216/4	34	34/4	2,4	145,6

* в том числе практическая подготовка. (см учебный план)

Тема 1. Формально-логические основания измерения как процесса познания. Основные понятия: свойство, величина, количество, качество. Фундаментальные экспериментальные отношения между материальными объектами: отношения эквивалентности и предпочтения. Основные свойства отношений эквивалентности и предпочтения.

Тема 2. Шкалы измерений. Физические шкалы и неоднозначность образов деятельности. Основное уравнение измерений. Принцип формирования экспериментальных шкал наименований и порядка на основе отношений эквивалентности и предпочтения.

Понятие «погрешности» применительно к этим шкалам. Принцип формирования количественного значения величины. Основное уравнение измерений. Экспериментальная шкала интервалов. Истинное и действительное значения

величины. Математические модели шкал наименований и порядка для количественной величины.

Тема 3. Система единиц физических величин. Эталоны единиц физических величин и поверочные схемы. Разделение величин на основные и производные. Принцип формирования совокупности основных величин. Международная система единиц SI. Эталоны единиц этой системы. Понятие размерности величины. Назначение и принципы поверочных схем. Эталоны единиц физических величин системы СИ.

Тема 4. Виды и методы измерений. Классификация видов и методов измерений. Метод непосредственной оценки. Методы сравнения с мерой – дифференциальный, противопоставления, нулевой, замещения, совпадений.

Тема 5. Математические модели величин и средств измерений. Классификация величин: детерминированные и случайные. Математические модели детерминированных величин: обобщенный ряд Фурье, ряд Тейлора, комплексный ряд Фурье, интегральное преобразование Фурье, тригонометрический ряд, ряд Котельникова, последовательность.

Математические модели случайных величин: скалярные и векторные случайные величины, случайные функции и случайные последовательности.

Классификация СИ. Структурные схемы СИ и измерительных систем.

Статические характеристики СИ. Математическая модель СИ в форме статической характеристики. Чувствительность СИ. Импеданс.

Динамические математические модели СИ: линейное дифференциальное уравнение, передаточная, весовая и переходная функции, частотная характеристика (амплитудно-частотная (АЧХ) и фазо-частотная (ФЧХ) характеристики).

Тема 6. Погрешности измерения. Основные термины и определения. Классификация погрешностей измерений. Описание видов погрешностей. Формы представления результатов измерений.

Математическая модель формирования результата и погрешности измерения. Определение характеристик погрешности в статическом и динамическом режимах измерений.

Оценка неисключенной систематической погрешности. Методы обнаружения и исключения систематических погрешностей.

Условие единства измерения относительно погрешности результата измерения и его выражение через условие единства измерения относительно дисперсии и систематической погрешности.

Тема 7. Математическая обработка результатов измерений. Обработка результатов измерений: многократные прямые равноточные, неравноточные, однократные измерения.

Оценивание результатов и погрешностей прямых, косвенных, совокупных и совместных измерений.

Обработка многократных измерений постоянной величины: точечные оценки измеряемой величины и дисперсии, интервальные оценки дисперсии и измеряемой величины при известном и неизвестном значении дисперсии, оценка условия единства измерений относительно дисперсии и систематической погрешности.

4.3 Лекции и лабораторные занятия

Таблица 4

Содержание лекций и лабораторных занятий и контрольные мероприятия

№ раздела	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
Тема 1. Формально-логические основания измерения как процесса познания.	Лекция №1. Формально-логические основания измерения как процесса познания.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
	Лекция №2. Основные свойства отношений эквивалентности и предпочтения.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
Тема 2. Шкалы измерений. Физические шкалы и неоднозначность образов деятельности. Основное уравнение измерений.	Лекция №3. Шкалы измерений.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
	Лекция №4. Физические шкалы и неоднозначность образов деятельности.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
Тема 3. Система единиц физических величин. Эталоны единиц физических величин и поверочные схемы.	Лекция №5. Система единиц физических величин.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
	Лабораторная работа №1. Составление локальных поверочных схем в Microsoft Excel	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	Защита лабораторной работы	2
Тема 4. Виды и методы измерений	Лекция №6. Классификация видов и методов измерений	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
	Лекция №7. Методы сравнения с мерой	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
	Лекция №8. Методы измерения электрических величин	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
	Лабораторная работа №2. Методы измерения электрических величин: непосредственной оценки и нулевой. Обработка результатов в Microsoft Excel	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	Защита лабораторной работы	4
	Лабораторная работа №3. Экспериментальная оценка систематической погрешности на основе метода замещения и противопоставления	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	Защита лабораторной работы	4

№ раздела	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	Microsoft Excel			
Тема 5. Математические модели величин и средств измерений.	Лекция №9. Классификация величин. Математические модели случайных величин	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
	Лекция №10. Классификация СИ. Структурные схемы СИ и измерительных систем.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
	Лекция №11. Динамические математические модели СИ	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
	Лабораторная работа №4. Экспериментальное определение метрологических характеристик средств измерений в Microsoft Excel	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	Защита лабораторной работы	4
	Лабораторная работа №5. Поверка средств измерений. Обработка результатов в Microsoft Excel	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	Защита лабораторной работы	4
Тема 6. Погрешности измерения.	Лекция №12. Классификация погрешностей измерений.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
	Лекция №13. Математическая модель формирования результата и погрешности измерения.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
	Лекция №14. Методы обнаружения и исключения систематических погрешностей.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
	Лабораторная работа №6. Экспериментальное определение энтропийной погрешности. Обработка результатов в Microsoft Excel	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	Защита лабораторной работы	4
	Лабораторная работа №7. Экспериментальная оценка систематической погрешности на основе адекватной линейной модели статической характеристики. Обработка результатов в Microsoft	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	Защита лабораторной работы	4

№ раздела	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	Excel			
Тема 7. Математическая обработка результатов измерений	Лекция №15. Обработка результатов прямых однократных измерений	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
	Лекция №16. Обработка результатов многократных измерений.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
	Лекция №17. Обработка результатов косвенных измерений	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	–	2
	Лабораторная работа №8. Обработка результатов неравноточных измерений в Microsoft Excel	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	Защита лабораторной работы	2
	Лабораторная работа №9. Обработка результата многократных прямых наблюдений в Microsoft Excel	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	Защита лабораторной работы	2/2
	Лабораторная работа №10. Обработка результата многократных косвенных наблюдений в Microsoft Excel	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2	Защита лабораторной работы	4/2

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
Тема 1. Формально-логические основания измерения как процесса познания.	Основные свойства отношений эквивалентности и предпочтения.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2
Тема 2. Шкалы измерений. Физические шкалы и неоднозначность образов деятельности. Основное уравнение измерений.	Математические модели шкал наименований и порядка для количественной величины.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2
Тема 3. Система единиц физических величин. Эталоны единиц физических величин и поверочные схемы.	Эталонные единицы физических величин системы СИ.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2
Тема 4. Виды и методы измерений	Методы сравнения с мерой – дифференциальный, противопоставления, нулевой, замещения, совпадений.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2

№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
Тема 5. Математические модели величин и средств измерений.	Линейное дифференциальное уравнение, передаточная, весовая и переходная функции, частотная характеристика (амплитудно-частотная (АЧХ) и фазо-частотная (ФЧХ) характеристики).	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2
Тема 6. Погрешности измерения.	Условие единства измерения относительно погрешности результата измерения и его выражение через условие единства измерения относительно дисперсии и систематической погрешности.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2
Тема 7. Математическая обработка результатов измерений	Оценивание результатов и погрешностей прямых, косвенных, совокупных и совместных измерений.	УК-2.1; ПКос-3.1; ПКос-3.2

4.5 Контрольная работа

Контрольная 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.

Примерный перечень разделов и варианты заданий для контрольно работы:

Выбор средств измерений электрических величин

Предполагаемый диапазон измеряемых действующих значений периодического напряжения электрической сети составляет U_{\min} до U_{\max} . Номинальная частота измеряемого напряжения равна T . Температура в эксперименте предполагается не выше t .

Необходимо определить какой из представленных приборов (таб.6) подходит для измерения статического напряжения, если суммарная инструментальная относительная погрешность измерения должна быть не более δ %.

Таблица 6

Исходные данные

Прибор, модель	Цена, р.
Цифровой вольтметр СВ 3010/1	25000
Цифровой вольтметр СВ 3010/2	25000
Цифровой мультиметр модель DMM4020 (Tektronix)	38000
6 ½-разрядный мультиметр 2000 (Keithley)	54000
Вольтметр универсальный В7-77	35000

Таблица 7

Исходные данные

Параметр	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Частота напряжения	50	1,5	70	80	1	40	0,5	0,45	70	60
T	Гц	кГц	Гц	Гц	кГц	Гц	кГц	кГц	кГц	Гц

Допускаемая погрешность δ , %	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
--------------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Таблица 8

Исходные данные

Параметр	Вторая цифра варианта										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Температура t , °С	+5	+10	+15	+30	+35	+40	+5	+12	+30	+10	
Измеряемое напряжение, В	U_{\min}	0,2	10	150	200	0,6	5	60	250	500	0,25
	U_{\max}	0,6	25	180	240	1,5	40	150	350	550	0,5

Обработка результатов прямых многократных наблюдений (малое число)

Цифровым измерителем иммитанса Е7-14 проводились прямые многократные измерения сопротивления магазина сопротивлений марки Р33, номинальное значение которого равно 0,1 Ом. Измерения проводились в диапазоне рабочих температур измерителя иммитанса.

Получены результаты измерения R_i , мОм.

Проведенные измерения характеризуются неисключенной систематической погрешностью, задаваемой пределом допускаемого значения:

основной погрешности измерения измерителя Е7-14, определяемой по формуле (для диапазона измерения от 0,1 ... 1000 мОм)

$$\theta_{осн} = 10^{-3}(1 + Q)R + 3 \cdot 10^{-4} R_k,$$

где Q – добротность катушки сопротивления (для данного магазина сопротивлений добротность $Q = 0$); R_k – конечное значение диапазона, Ом;

дополнительной погрешности измерения в диапазоне рабочих температур, которая задана формулой

$$\theta_{доп} = k\theta_{осн},$$

где k – множитель, определяемый по таблице 9.

Таблица 9

Значение множителя k для расчета дополнительной погрешности Е7-14

Вторая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Множитель k	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2

Для устранения влияния соединительных проводов и переходных сопротивлений контактов был проведен ряд измерений при нулевом значении магазина сопротивлений. Получены результаты измерения R_{0i} , мОм.

Требуется провести обработку результатов наблюдений:

- определить и исключить систематические погрешности;
- для исправленных результатов наблюдений вычислить 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;
- вычислить доверительные (интервальные) границы случайной погрешности результата измерения;

- вычислить границы неисключенной систематической погрешности θ ;
- вычислить доверительные границы суммарной погрешности результата измерения и записать результат измерения.

Уровень значимости проверки гипотез принять $q = 0,05$, доверительные границы при расчете погрешностей $P_\delta = 0,95$.

Исходные данные по вариантам приведены в таблицах 10 – 12.

Таблица 10

Исходные данные

Результаты измерения R_i	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	145,36	145,37	145,38	145,38	145,36	145,37	145,36	145,37	145,36	145,38
2	145,38	145,37	145,38	145,39	145,37	145,38	145,37	145,38	145,36	145,38
3	145,39	145,38	145,39	145,39	145,38	145,39	145,38	145,39	145,37	145,39
4	145,39	145,40	145,40	145,40	145,39	145,40	145,38	145,40	145,38	145,39
5	145,39	145,41	145,41	145,40	145,40	145,40	145,39	145,40	145,39	145,39
6	145,40	145,42	145,41	145,41	145,40	145,41	145,40	145,41	145,40	145,40
7	145,41	145,42	145,42	145,41	145,41	145,42	145,41	145,42	145,41	145,41

Таблица 11

Исходные данные

Результаты измерения R_i	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	145,43	145,44	145,45	145,43	145,44	145,45	145,43	145,44	145,45	145,43
9	145,43	145,44	145,45	145,44	145,45	145,46	145,44	145,46	145,46	145,45
10	145,44	145,45	145,46	145,45	145,46	145,46	145,45	145,47	145,46	145,45
11	145,45	145,46	145,46	145,46	145,46	145,47	145,46	145,47	145,47	145,46
12	145,46	145,47	145,47	145,47	145,47	145,48	145,47	145,48	145,48	145,47
13	145,46	145,48	145,47	145,48	145,48	145,48	145,48	145,48	145,48	145,48
14	145,47	145,48	145,48	145,48	145,48	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49
15	145,48	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49
16	145,48	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49

Таблица 12

Исходные данные

Результаты измерения R_{0i}	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	45,28	45,22	45,24	45,23	45,25	45,15	45,13	45,14	45,13	45,17
	45,30	45,28	45,28	45,26	45,28	45,18	45,16	45,18	45,19	45,11
	45,31	45,33	45,31	45,32	45,32	45,22	45,22	45,21	45,23	45,12
	45,32	45,34	45,33	45,36	45,35	45,25	45,26	45,23	45,24	45,14
	45,35	45,35	45,34	45,37	45,37	45,27	45,27	45,24	45,25	45,15

Обработка результатов косвенных многократных наблюдений

Определение параметра $Z = f(x_1, x_2, x_3)$ проводится с помощью прямых многократных измерений параметров x_1, x_2, x_3 , для каждого из которых известны основные метрологические характеристики применяемых средств измерений – пределы измерений (ПИ) и класс точности (КТ).

Требуется:

провести обработку результатов измерений;

найти суммарную погрешность косвенного измерения параметра Z измерения с доверительной вероятностью $P = 95 \%$.

Исходные данные приведены в таблицах 13 – 15

Таблица 13

Исходные данные

Результаты измерения x_{ij}	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_{1i}	10,31	11,28	12,15	13,23	14,36	15,42	16,74	17,82	18,64	19,71
	10,32	11,29	12,16	13,24	14,36	15,44	16,77	17,82	18,67	19,73
	10,35	11,29	12,15	13,26	14,38	15,46	16,75	17,84	18,68	19,75
	10,34	11,27	12,14	13,28	14,37	15,46	16,76	17,85	18,67	19,74
	10,39	11,26	12,17	13,24	14,39	15,43	16,76	17,83	18,53	19,72
x_{2i}	21,9	23,3	24,3	25,4	26,6	27,0	28,9	29,3	30,2	31,9
	22,0	23,8	24,5	25,6	26,7	27,4	28,8	29,8	30,9	31,5
	22,1	23,5	24,8	25,9	26,9	27,6	28,4	29,6	30,5	31,8
	22,8	23,1	24,1	25,1	27,0	27,8	28,6	29,7	30,4	31,2
	22,6	23,6	24,9	25,7	27,1	27,5	28,7	29,5	30,7	31,4
x_{3i}	5,05	6,12	7,17	8,12	9,21	5,13	6,72	7,31	8,22	9,23
	5,03	6,15	7,19	8,16	9,29	5,16	6,77	7,33	8,29	9,24
	5,04	6,18	7,12	8,17	9,28	5,15	6,75	7,37	8,28	9,26
	5,06	6,12	7,14	8,19	9,30	5,14	6,76	7,34	8,27	9,29
	5,02	6,14	7,15	8,20	9,31	5,19	6,79	7,39	8,26	9,21

Таблица 14

Исходные данные

Результаты измерения x_{ij}	Вторая цифра варианта										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
x_{1i}	ПИ	±35	0...+20	-10...+20	±20	0...+25	±25	-20...+25	0...+30	±30	-20...+35
	КТ	0,01	0,02	0,015	0,025	0,04	0,01	0,02	0,015	0,03	0,025
x_{2i}	ПИ	-20...+35	±40	0...+40	-20...+35	±45	0...+45	±40	-10...+40	0...+40	±45
	КТ	0,2	0,3	0,15	0,2	0,1	0,25	0,4	0,15	0,2	0,1
x_{3i}	ПИ	0...+30	-20...+25	±25	0...+25	-10...+20	±15	0...+30	±30	-20...+35	0...+20
	КТ	0,04/0,02	0,025/0,02	0,025/0,01	0,02/0,01	0,06/0,02	0,2/0,15	0,15/0,01	0,4/0,2	0,25/0,1	0,02/0,01

Таблица 15

Исходные данные

Параметр	Вторая цифра варианта				
	0	1	2	3	4
Вид функции $Z = f(x_1, x_2, x_3)$	$\frac{5x_1^3}{x_2x_3}$	$\frac{3x_1x_2^2}{x_3}$	$\frac{10x_2^2}{x_1x_3}$	$\frac{5x_2^3x_3}{x_1}$	$\frac{5x_3^3}{x_1x_2}$
Параметр	Вторая цифра варианта				
	5	6	7	8	9
Вид функции $Z = f(x_1, x_2, x_3)$	$\frac{6x_2^3}{x_1x_3}$	$\frac{5x_1^2x_2^2}{x_3}$	$\frac{2x_3^4}{x_1x_2}$	$\frac{3x_1^3}{x_2x_3}$	$\frac{8x_2^2}{x_1x_3}$

5. Образовательные технологии

Таблица 16

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1. <i>Формально-логические основания измерения как процесса познания.</i>	Л	Информационно-коммуникационная технология
2.	Тема 2. <i>Шкалы измерений. Физические шкалы и неоднозначность образов деятельности. Основное уравнение измерений.</i>	Л	Информационно-коммуникационная технология
3.	Тема 3. <i>Система единиц физических величин. Эталоны единиц физических величин и поверочные схемы.</i>	Л	Информационно-коммуникационная технология
4.	Тема 4. <i>Виды и методы измерений</i>	Л	Информационно-коммуникационная технология
5.	Тема 5. <i>Математические модели величин и средств измерений.</i>	Л	Информационно-коммуникационная технология
6.	Тема 6. <i>Погрешности измерения.</i>	Л	Информационно-коммуникационная технология

6. 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 (или) опыта деятельности

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация студентов – оценка знаний и умений проводится постоянно на лабораторных занятиях при защите лабораторных работ.

Промежуточная аттестация студентов проводится в форме – экзамена.

Типовые задания и вопросы для защиты лабораторных работ

Лабораторная работа №1.

Составление локальных поверочных схем.

1. Какой документ является исходным при составлении локальных поверочных схем?
2. Назовите основные элементы локальной поверочной схемы?
3. Какие условные обозначения применяют на поверочных схемах?
4. В каком порядке осуществляется составление локальной поверочной схемы?
5. Кто разрабатывает и утверждает локальные поверочные схемы:

Лабораторная работа №2.

Методы измерения электрических величин: непосредственной оценки и нулевой.

1. Каково назначение лабораторной установки «Методы измерения электрических величин МСИ 3м»?
2. Измерение сопротивлений методом непосредственной оценки.
3. Измерение напряжений методом непосредственной оценки.
4. Измерение токов методом непосредственной оценки.
5. Измерение электрических величин нулевым методом способом замещения.
6. Измерение электрических величин нулевым методом способом противопоставления.

Лабораторная работа №3.

Экспериментальная оценка систематической погрешности на основе метода замещения и противопоставления

1. В чем заключается суть метода замещения?
2. В чем заключается суть метода противопоставления?
3. Какого рода погрешности могут быть устранены при применении метода замещения?
4. Какого рода погрешности могут быть устранены при применении метода противопоставления?
5. Дайте определение методу замещения и противопоставления.

Лабораторная работа №4.

Экспериментальное определение метрологических характеристик средств измерений.

1. Что такое метрологические характеристики средств измерений?
2. На какие группы разделяют метрологические характеристики средств измерений?
2. Каким требованиям должны отвечать метрологические характеристики средств измерений?
3. Какие характеристики относятся к характеристикам, определяющим результаты измерений?
4. Что такое класс точности средства измерения?
5. Каким образом устанавливают класс точности средства измерения?

6. Как определяется диапазон измерения средства измерения, если задано номинальное значение измеряемой величины?
7. Как определяется показание средства измерения, если его шкала неравномерная?
8. Как экспериментально можно определить абсолютную погрешность прибора?
9. Как экспериментально можно определить вариацию прибора?

Лабораторная работа №5.

Поверка средств измерений

1. Что такое поверка средств измерения?
2. Можно ли эксплуатировать средство измерения в течение небольшого времени, если известно, что оно не прошло поверку?
3. Что такое класс точности средства измерения?
4. Каким образом устанавливают класс точности средства измерения?
5. Какие операции включает в себя процедура поверки средств измерения?

Лабораторная работа №6.

Экспериментальное определение энтропийной погрешности.

1. Что такое энтропия погрешности?
2. Как определяется энтропийное значение погрешности?
3. Какая связь существует между энтропийным и среднеквадратичным отклонением погрешностей?
4. Как определяется энтропийный коэффициент?
5. В чем преимущество информационного подхода к описанию погрешности измерений?

Лабораторная работа №7.

Экспериментальная оценка систематической погрешности на основе адекватной линейной модели статической характеристики

1. Что такое статическая характеристика средства измерения?
2. Как определяется статическая характеристика средства измерения?
3. Опишите метод экспериментальной оценки систематической погрешности на основе адекватной линейной модели статической характеристики.
4. В каких случаях можно использовать экспериментальной оценки систематической погрешности на основе адекватной линейной модели статической характеристики и почему?
5. Назовите погрешности адекватности функции преобразования?

Лабораторная работа №8.

Обработка результатов неравноточных измерений

1. Какие измерения называют неравноточными?

2. В какой последовательности обрабатываются неравноточные измерения?
3. Как правильно записать окончательный результат измерений?
4. В каких случаях возникает необходимость обработки результатов неравнорассеянных измерений?
5. Назовите исходные данные для расчета результатов неравноточных измерений.

Лабораторная работа №9.

Обработка результата многократных прямых наблюдений

1. Как оценить абсолютную, относительную погрешность измерения по классу точности прибора?
2. Порядок обработки результатов прямых измерений, содержащих случайную погрешность.
3. Как проверить, не является ли промахом результат, сильно выпадающий из ряда измерений?
4. Как правильно записать окончательный результат измерений?
5. Дайте понятие о нормальном законе распределения (закон Гаусса). Какие выводы можно сделать из анализа кривой Гаусса?
6. Как проверить, не является ли промахом результат, сильно выпадающий из ряда измерений?
7. Как правильно записать окончательный результат измерений?

Лабораторная работа №10.

Обработка результата многократных косвенных наблюдений

1. Дайте определение понятию «косвенные измерения».
2. В каком порядке обрабатывают результаты косвенных многократных измерений?
3. Что является источником неисключенной систематической погрешности?
4. Как правильно записать окончательный результат измерений?
5. В чем отличие при обработке однократных и многократных косвенных измерений.

Типовые вопросы для экзамена по дисциплине

1. Основные понятия: свойство, величина, количество, качество.
2. Фундаментальные экспериментальные отношения между материальными объектами
3. Основные свойства отношений эквивалентности и предпочтения.
4. Принцип формирования экспериментальных шкал наименований и порядка на основе отношений эквивалентности и предпочтения.
5. Понятие «погрешности» применительно к этим шкалам.
6. Принцип формирования количественного значения величины.
7. Основное уравнение измерений.
8. Экспериментальная шкала интервалов.

9. Истинное и действительное значения величины.
10. Математические модели шкал наименований и порядка для количественной величины.
11. Разделение величин на основные и производные. Принцип формирования совокупности основных величин.
12. Международная система единиц SI.
13. Эталоны единиц этой системы.
14. Понятие размерности величины.
15. Назначение и принципы поверочных схем.
16. Эталоны единиц физических величин системы SI.
17. Классификация видов и методов измерений.
18. Метод непосредственной оценки.
19. Методы сравнения с мерой – дифференциальный, противопоставления, нулевой, замещения, совпадений.
20. Классификация величин: детерминированные и случайные.
21. Математические модели детерминированных величин.
22. Математические модели случайных величин.
23. Классификация СИ.
24. Структурные схемы СИ и измерительных систем.
25. Статические характеристики СИ.
26. Математическая модель СИ в форме статической характеристики.
27. Динамические математические модели СИ.
28. Классификация погрешностей измерений.
29. Описание видов погрешностей. Формы представления результатов измерений.
30. Математическая модель формирования результата и погрешности измерения.
31. Определение характеристик погрешности в статическом и динамическом режимах измерений.
32. Оценка неисключенной систематической погрешности.
33. Методы обнаружения и исключения систематических погрешностей.
34. Условие единства измерения.
35. Обработка результатов измерений: прямые однократные измерения.
36. Обработка результатов измерений: многократные прямые равноточные измерения.
37. Обработка результатов измерений: неравноточные измерения.
38. Оценивание результатов и погрешностей косвенных измерений.
39. Точечные оценки измеряемой величины и дисперсии.
40. Интервальные оценки дисперсии и измеряемой величины при известном и неизвестном значении дисперсии.
41. Оценка условия единства измерений относительно дисперсии и систематической погрешности

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

Критерии оценки защиты лабораторных работ

Студент получает «зачтено» по лабораторной работе, если студент выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; соблюдает требования правил безопасного труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления. Правильно отвечает на вопросы при защите лабораторной работы

Студент получает «не зачтено» по лабораторной работе, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Не может ответить на поставленные вопросы при защите лабораторной работы.

Критерии оценки контрольной работы

Студент получает «зачтено» по контрольной работе, 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. Правильно отвечает на вопросы при защите работы

Студент получает «не зачтено» по контрольной работе, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Не может ответить на поставленные вопросы при защите работы.

Критерии оценки знаний студентов на экзамене

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (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» (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 уро-	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с

вень «3» (удовлетворительно)	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» (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. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация: 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>

2. О. А. Леонов О. А. Метрология и технические измерения [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению 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>

3. Леонов, Олег Альбертович. Технология контроля качества продукции: учебное пособие / О. А. Леонов, Г. И. Бондарева; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016 — 142 с.: рис., схемы, табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/160.pdf>.

7.2 Дополнительная литература

1. Шкаруба Н.Ж. Метрологическое обеспечение производства: учебное пособие / Н. Ж. Шкаруба; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Электрон. текстовые дан. – Москва, 2018 – 174 с. <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo323.pdf>.

2. Леонов, О. А. Статистические методы в управлении качеством : учебник / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-3666-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122150>

3. Эффективность метрологических работ: учебное пособие / О.А. Леонов [и др.]; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020 — 179 с.: рис., табл., граф. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/s281120-1.pdf>.

7.3 Нормативные правовые акты

1. ПМГ 121-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения испытаний средств измерений в целях утверждения типа»

ГОСТ Р 8.563-2009 «ГСИ. Методики (методы) измерений».

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://metrologiya.ru/> (открытый доступ)
6. <http://www.rgtr.ru/> (открытый доступ)
7. <http://www.rospromptest.ru/> (открытый доступ)
8. <http://www.vniis.ru/> (открытый доступ)

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 17

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Тема 1. <i>Формально-логические основания измерения как процесса познания.</i>	Microsoft Office	Проектная	Microsoft Corporation	2007
2.	Тема 2. <i>Шкалы измерений. Физические шкалы и неоднозначность образов деятельности. Основное уравнение измерений.</i>	Microsoft Office	Проектная	Microsoft Corporation	2007
3.	Тема 3. <i>Система единиц физических величин. Эталоны единиц физических величин и поверочные схемы.</i>	Microsoft Office	Проектная	Microsoft Corporation	2007
4.	Тема 4. <i>Виды и методы измерений</i>	Microsoft Office	Проектная	Microsoft Corporation	2007
5.	Тема 5. <i>Математические модели величин и средств измерений.</i>	Microsoft Office	Проектная	Microsoft Corporation	2007
6.	Тема 6. <i>Погрешности измерения.</i>	Microsoft Office	Проектная	Microsoft Corporation	2007

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 8

**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
<p>№22(ул. Прянишникова д. 14с7) ауд.208 <i>учебная лаборатория</i></p>	<p>1. Столы 15 шт. 2. Стулья 15 шт. 3. Доска магнитно-маркерная 1 шт. 4. Системный блок - 12 шт. (Инв.№210134000001802, Инв.№, 210134000001803, Инв.№ 210134000001804, Инв.№ 210134000001805, Инв.№, 210134000001806, Инв.№, 210134000001807, Инв.№ 210134000001808, Инв.№ 210134000001809, Инв.№, 210134000001810, Инв.№, 210134000001811, Инв.№ 210134000001812, Инв.№ 210134000001813). 5. Монитор - 12 шт. (Инв.№210134000001818, Инв.№ 210134000001819, Инв.№ 210134000001820, Инв.№ 210134000001821, Инв.№, 210134000001822, Инв.№ 210134000001823, Инв.№ 210134000001824, Инв.№, 210134000001825, Инв.№ 210134000001825, Инв.№, 210134000001826, Инв.№ 210134000001827, Инв.№ 210134000001828) 6. Установка для формирования измерения температур МЛИ-2 Инв.№ 410124000603101 7. Установка для формирования и измерения давления МЛИ-4 Инв.№ 410124000603102 8. Установка " Методы измерения электрических величин " МСИ-3 Инв.№ 210134000002527 9. Типовой комплект учебного оборудования "Измерительные приборы давления, расхода, температуры" ИДПРТ Инв.№ 410124000603105 10. Типовой комплект учебного оборудования "Автоматизированная измерительная система Инв.№ 410124000603065 11.Типовой комплект учебного оборудования "Автоматизированная измерительная система Инв.№ 410124000603064 12. Типовой комплект учебного оборудования "Двухкоординатная автоматизированная оптическая измерительная система "ДОИС Инв.№ 410124000603099</p>
<p>№22(ул. Прянишникова д. 14с7) ауд.310 <i>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</i></p>	<p>1. Парты –14 шт. 2. Стол (для преподавателя) –1 шт. 3. Стулья – 1 шт. 4. Доска меловая –1 шт. Инв.№ 210136000004288) 5. Возможна установка на время занятий: Проектор NEC VT491G 800*600.2000Lumen Инв.№ 210134000001834 Ноутбук Asus A8Sr T5450/1024/160/SMulTi/14"</p>

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
<i>аттестации, помещение для самостоятельной работы</i>	Инв.№ 210134000001835

Для самостоятельной работы студентов так же предусмотрены Читальный зал Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева и комнаты самоподготовки студентов в общежитиях.

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

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

Подготовка к лабораторному 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.

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 лабораторных занятий осуществляется путем самостоятельного выполнения задания по варианту и защиты его преподавателю.

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

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Основное внимание при изучении курса «Общая теория измерений» необходимо сконцентрировать на прикладном аспекте использования знаний общей теории измерений в будущей профессиональной деятельности обучающегося по направлению «Управление качеством»..

Лекция имеет цель – систематизация основы научных знаний по дисциплине «Общая теория измерений», сконцентрировать внимание студентов на наиболее сложных и узловых проблемах курса.

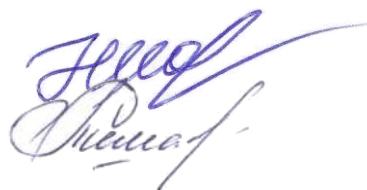
Проведение лабораторных занятий должно быть направлено на углубле-

ние и закрепление знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы. Проведение лабораторных занятий направлено на формирование навыков и умений самостоятельного применения полученных знаний в практической деятельности.

Программу разработали:

Шкаруба Нина Жоровна, д.т.н., профессор

Темасова Галина Николаевна, к.э.н., доцент



РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Общая теория измерений» ОПОП ВО по направлению 27.03.02 «Управление качеством», направленность «Управление качеством в производственно-технологических системах»
(квалификация (степень) выпускника – бакалавр)

Тойгамбаевым Сериком Кокибаевичем, профессором кафедры технического сервиса машин и оборудования ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук, доцентом (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Общая теория измерений» ОПОП ВО по направлению 27.03.02 – «Управление качеством», направленность «Управление качеством в производственно-технологических системах», разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре метрологии, стандартизации и управления качеством (разработчики – Шкаруба Нина Жоровна, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, доктор технических наук; Темасова Галина Николаевна, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, кандидат экономических наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Общая теория измерений» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 27.03.02 – «Управление качеством». 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 вариативной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 27.03.02 – «Управление качеством».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Общая теория измерений» закреплено 3 **индикатора компетенции**. Дисциплина «Общая теория измерений» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Общая теория измерений» составляет 4 зачётные единицы / 144 часа, в т.ч. 4 часа практическая подготовка.

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Общая теория измерений» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 27.03.02 – «Управление качеством» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области метрологии, стандартизации и сертификации в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Общая теория измерений» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 27.03.02 – «Управление качеством».

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 2 наименований, источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС направления 27.03.02 – «Управление качеством».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Общая теория измерений» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Общая теория измерений».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Общая теория измерений» ОПОП ВО по направлению 27.03.02 – «Управление качеством», направленность **«Управление качеством в производственно-технологических системах»** (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная профессором кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, доктором технических наук Шкаруба Н.Ж. и доцентом кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, кандидатом экономических наук Темасовой Г.Н. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Тойгамбаев С.К., профессор кафедры технического сервиса машин и оборудования ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук, доцент



«29» августа 2022 г.