

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

Т.Р.Змызгова

« ____ » _____ 2024 г.

Дата дополнений и изменений

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Теоретические основы измерений»

образовательной программы высшего образования

программы бакалавриата

27.03.01 – Стандартизация и метрология

Направленность:

Стандартизация, метрология и управление качеством

Формы обучения: заочная

Курган 2024

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы измерений» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Стандартизация и метрология (Стандартизация, метрология и управление качеством), утвержденными:

- для заочной формы обучения « 28 » июня 2024 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Автоматизация производственных процессов» « 2 » сентября 2024 года, протокол № 1.

Рабочую программу составила
доцент

_____ И.А.Иванова

Согласовано:

Заведующий кафедрой Автоматизации
производственных процессов

_____ И.А.Иванова

Специалист по учебно-
методической работе
Учебно-методического отдела

_____ Г.В. Казанкова

Начальник Управления
образовательной деятельности

_____ И.В.Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 5 зачетных единиц трудоемкости (180 академических часов)

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		5
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	6	6
Лекции	2	2
Лабораторные занятия	-	-
Практические занятия	4	4
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	174	174
Подготовка к зачету	18	18
Выполнение контрольной работы	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	138	138
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	180	180

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Теоретические основы измерений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 дисциплины по выбору.

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Начертательная геометрия и инженерная графика;
- Взаимозаменяемость и нормирование точности;
- Стандартизация.

Результаты обучения по дисциплине необходимы как базовые для изучения дисциплин «Системы качества» и «Методы и средства измерений, испытаний и контроля», а также выпускной квалификационной работы при рассмотрении вопросов, связанных с единством измерений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью изучения дисциплины является: изучение теоретических основ проведения измерений и обработки их результатов.

Задачами дисциплины являются: научить студентов правилам пользования государственными и локальными поверочными схемами; определять погрешность результата измерений; назначать оптимальное число многократных измерений; формировать точечные и интервальные оценки измеряемой величины; выполнять обработку результатов различных видов измерений.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством (ПК-3);

- способностью проводить анализ и оценку производственных и непроизводственных затрат на обеспечение требуемого качества продукции, анализировать результаты деятельности производственных подразделений; подготавливать исходные данные для выбора и обоснования технических и организационно-экономических решений по управлению качеством, разрабатывать оперативные планы работы первичных производственных подразделений (ПК-15);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать: законодательные и нормативно-правовые акты; методические материалы по метрологии; систему воспроизведения единиц физических величин и передачи размера средствами измерений; способы оценки точности (неопределенности) измерений; принципы построения, структуру и содержа-

ние систем обеспечения достоверности измерений; методики выполнения измерений (ПК-3, ПК-15);

- Уметь: устанавливать нормы точности измерений и выбирать средства измерений; использовать компьютерные технологии для планирования и проведения работ по метрологии (ПК-3, ПК-15);

- Владеть навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений (ПК-3, ПК-15).

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Общая теория измерений», оцениваются при помощи оценочных средств.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Общая теория измерений», индикаторы достижения компетенций ПК-3. ПК-15, перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1.	ИД-1 _{ПК-3}	Знать: законодательные и нормативно-правовые акты; методические материалы по метрологии; систему воспроизведения единиц физических величин и передачи размера средствами измерений; способы оценки точности (неопределенности) измерений; принципы построения, структуру и содержание систем обеспечения достоверности измерений; методики выполнения измерений	З (ИД-1 _{ПК-3})	Знает: законодательные и нормативно-правовые акты; методические материалы по метрологии; систему воспроизведения единиц физических величин и передачи размера средствами измерений; способы оценки точности (неопределенности) измерений; принципы построения, структуру и содержание систем обеспечения достоверности измерений; методики выполнения измерений	Вопросы для сдачи зачета
2	ИД-2 _{ПК-3}	Уметь: устанавливать нормы точности измерений и выбирать средства измерений; использовать компьютерные технологии для планирования и проведения работ по метрологии	У (ИД-2 _{ПК-3})	Умеет: устанавливать нормы точности измерений и выбирать средства измерений; использовать компьютерные технологии для планирования и проведения работ по метрологии	Вопросы для сдачи зачета

3	ИД-3 _{ПК-3}	Владеть: навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений	В (ИД-3 _{ПК-3})	Владеет: навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений	Вопросы для сдачи зачета
4.	ИД-1 _{ПК-15}	Знать: законодательные и нормативно-правовые акты; методические материалы по метрологии; систему воспроизведения единиц физических величин и передачи размера средствами измерений; способы оценки точности (неопределенности) измерений; принципы построения, структуру и содержание систем обеспечения достоверности измерений; методики выполнения измерений	З (ИД-1 _{ПК-15})	Знает: законодательные и нормативно-правовые акты; методические материалы по метрологии; систему воспроизведения единиц физических величин и передачи размера средствами измерений; способы оценки точности (неопределенности) измерений; принципы построения, структуру и содержание систем обеспечения достоверности измерений; методики выполнения измерений	Вопросы для сдачи зачета
5	ИД-2 _{ПК-15}	Уметь: устанавливать нормы точности измерений и выбирать средства измерений; использовать компьютерные технологии для планирования и проведения работ по метрологии	У (ИД-2 _{ПК-15})	Умеет: устанавливать нормы точности измерений и выбирать средства измерений; использовать компьютерные технологии для планирования и проведения работ по метрологии	Вопросы для сдачи зачета
6.	ИД-3 _{ПК-15}	Владеть: навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений	В (ИД-3 _{ПК-15})	Владеет: навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений	Вопросы для сдачи зачета

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практич.	Лабораторные

			занятия	работы
1	Введение.	-	-	-
2	Теоретические основы измерений	-	-	-
3	Международная система единиц величин SI	1	-	-
4	Теоретические модели измеряемых величин	1	-	-
5	Основы проведения измерений	-	-	-
6	Методики проведения измерений	-	-	-
7	Теория оценки качества результатов измерений различных шкалах	-	2	-
8	Планирование измерений	-	2	-
Всего:		2	4	-

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1. Введение

Определение теории измерения как науки. Формально-логические основания измерения как процесса познания. Предмет, научные и прикладные задачи дисциплины. Профилактирующие задачи теории измерений. Краткий исторический очерк развития.

Тема 2. Теоретические основы измерений

Основные характеристики объектов материального мира: свойство, физическая величина, количество и качество. Единица величины, истинное значение, действительное значение, измерение, средство измерения, результат измерения, погрешность результата измерения. Рабочие и образцовые средства измерения, эталоны. Единство измерений.

Тема 3. Международная система единиц величин SI

Принципы разделения величин на основные и производные. Основное уравнение измерений. Системы единиц физических величин. Международная система единиц величин SI: основные и дополнительные единицы, их определения. Кратные и дольные единицы. Формирование единиц производных величин и их размерностей. Элементы теории размерностей. Когерентные и некогерентные производные единицы. Единицы величин, не входящие в систему единиц SI. Эталоны физических величин и поверочные схемы. Эталоны основных единиц величин в системе SI. Эталоны производных единиц. Эталоны и образцы в системе SI.

Тема 4. Теоретические модели измеряемых величин

Классификация измеряемых величин: случайные и детерминированные, в скалярном и векторном представлении. Математические модели детерминированных и случайных измеряемых величин.

Классификация средств измерения: меры, измерительные преобразователи измерительные приборы, измерительные комплексы и системы. Математические модели измеряемых величин и средств измерений. Виды математических моделей средств измерения: статическая характеристика, дифференциальное уравнение, передаточная, частотная, весовая и переходная функции. Математическая модель цифрового средства измерения. Метрологические характеристики средств измерения.

Тема 5. Основы проведения измерений

Система с отношениями как формальный способ описания проявлений свойств материальных объектов. Свойства основных отношений: эквивалентность, конгруэнтность, порядок, операция. Измерение как отображение эмпирической системы с отношениями в числовую систему с отношениями. Свойства отображений.

Шкалы измерений. Определение шкалы. Множества эквивалентных шкал. Классификация шкал: шкалы наименований и порядка. Шкалы, единственные для групп положительных линейных преобразований: шкалы интервалов, отношений, размерностей. Физические шкалы и неоднозначность образцов действительности.

Тема 6. Методики проведения измерений

Методы измерений. Виды методов измерений: непосредственная оценка, сравнение с мерой, нулевой, дифференциальный, противопоставления, замещения, совпадения. Прямые и косвенные измерения. Совокупные и совместные измерения. Многократные измерения. Принципы измерений.

Закономерности формирования результата измерения. Погрешности измерений. Основные факторы, определяющие результат измерения: средства измерения, условия измерения, план измерения, метод измерения, взаимодействие средств измерения с объектами измерения, субъект измерения. Закономерности формирования результата измерения в статическом и динамическом режимах измерений. Методы и алгоритмы определения числовых характеристик результатов измерений при прямых и косвенных измерениях.

Тема 7. Теория оценки качества результатов измерений различных шкалах

Определение погрешности результата измерения в метрической шкале. Классификация погрешностей: мультипликативные, аддитивные, систематические, случайные, грубые, инструментальные, методические, основные, дополнительные, статические, динамические. Аналитические зависимости для определения числовых характеристик составляющих погрешности. Методы построения интервальных оценок качества результатов измерений. Погрешности косвенных измерений. Суммирование составляющих погрешностей.

Математическая обработка результатов измерений. Определение погрешности результата измерений в шкале наименований. Факторы, вызыва-

ющие погрешности в шкале наименований. Числовые характеристики погрешности в шкале наименований. Методы определения погрешностей результата измерений.

Определение понятия многократного измерения. Метод максимального правдоподобия как основа для построения оптимальных алгоритмов обработки многократных измерений детерминированной функции, представленной рядом Фурье. Модификации алгоритма обработки для частных случаев: постоянной измеряемой величин, тригонометрических функций, коррелированных и рекоррелированных, равноточных и неравноточных измерений. Алгоритм отработки многократных измерений случайной стационарной функции. Алгоритм Калмана - Бьюси. Методы и алгоритмы определения дисперсии, ковариационных моментов и других параметров случайных величин.

Способы формирования шкалы наименований. Влияние погрешности измерений в метрической шкале на качество измерений в шкале наименований. Методы и алгоритмы обработки многократных измерений в шкале наименований: метод максимального правдоподобия, метод Неймана-Пирсона, минимизирующий метод, последовательный метод. Методы идентификации законов распределений.

Тема 8. Планирование измерений

Факторы, влияющие на точность измерений. Нормирование метрологических характеристик средств измерений, метрологическая надёжность средств измерений. Определение точности измерений расчётным путём.

4.3. Практические занятия (для заочной формы обучения)

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование работы	Норматив времени, час.	
				Заочная форма обучения
7	ТЕОРИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ШКАЛАХ	Многократные инструментальные измерения физической величины постоянного размера с неравноточными значениями отсчета по шкале интервалов (отношений)		2
8	Планирование измерений	Проведение серий инструментальных измерений физических величин		2
Всего:				4

4.4. Контрольная работа

Студентами заочной формы обучения предполагается выполнение контрольной работы, задания на которую выбираются в соответствии с методическими указаниями, приведенными в разделе 8 настоящей рабочей программы.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей практической работы (для заочной формы обучения).

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения лабораторных занятий, проводимых в лабораториях кафедры, является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторного занятия.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к зачету, выполнение контрольной работы и практических занятий (для заочной формы обучения).

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы Заочная форма обучения

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	Очная форма обуче- ния
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	118
	20

Теоретические основы измерений	
Международная система единиц величин SI	22
Теоретические модели измеряемых величин	28
Основы проведения измерений	28
Методики проведения измерений	20
Подготовка к практическим занятиям (по 10 час на каждое занятие)	20
Выполнение контрольной работы	18
Подготовка к зачету	18
Всего:	174

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Отчеты обучающихся по практическим занятиям (для заочной формы обучения)
2. Банк заданий к зачету
3. Контрольная работа (для заочной формы обучения)

6.2. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Зачет проводится в традиционной форме. Обучающийся отвечает на два вопроса. Время, отводимое на подготовку ответа 30 минут.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

6.3. Примеры оценочных средств для зачета

Перечень вопросов к зачету

1. Хранение и воспроизведение размеров физических величин. Мера как средство измерений.
2. Виды физических величин и единиц. Теория размерностей.
3. Интервальные оценки истинного значения измеряемой величины.
4. Способы нормирования и определения метрологических характеристик средств измерений.
5. Хранение и воспроизведение единицы физической величины. Система эталонов.

6. Методы определения оценок истинного значения измеряемой величины. Метод максимального правдоподобия как основа теории обработки результатов измерений.
7. Понятие шкалы измерений. Условные и метрические шкалы.
8. Обработка результатов косвенных измерений.
9. Отношения на множестве размеров физических величин. Принципы формирования шкалы физической величины.
10. Совместная обработка результатов нескольких серий наблюдений.
11. Общая характеристика Международной системы единиц величин СИ.
12. Однократные измерения величин. Применение ситуационного моделирования для определения погрешности результата.
13. Понятие системы единиц физических величин. Образование когерентных и произвольных систем единиц. Характеристика основных систем единиц.
14. Законы распределения результатов и погрешностей измерений.
15. Математические модели средств измерений в форме статической характеристики и дифференциального уравнения.
16. Выявление и компенсация систематических и случайных погрешностей измерения.
17. Определение дополнительных и производных единиц в системе СИ.
18. Выбор количества измерений.
19. Классификация погрешностей измерений.
20. Способы экспериментального определения математических моделей средств измерений.
21. Основные характеристики измерений. Принципы и методы измерений.
22. Обработка результатов совокупных и совместных измерений.
23. Определение погрешности результата измерения. Основные источники погрешности результата.
24. Нормирование метрологических характеристик средств измерений. Номенклатура метрологических характеристик.
25. Основные понятия метрологии: единство измерений, точность и погрешность измерений, достоверность и правильность измерений, воспроизводимость и сходимости измерений.
26. Точечные оценки истинного значения измеряемой величины.
27. Эталоны в системе СИ.
28. Предмет метрологии. Научные, прикладные и профилирующие задачи теоретической метрологии.
29. Обработка результатов многократных равноточных измерений.
30. Классификация измеряемых величин. Математические модели измеряемых величин.
31. Физическая величина. Количественная и качественная оценка физической величины.
32. Обработка результатов многократных неравноточных измерений.

33. Система рабочих средств измерений.
34. Математические модели средств измерений в форме весовой и переходной функции.
35. Определение основных единиц величин в системе СИ.
36. Основные требования к оценкам измеряемой величины.
37. Математические модели средств измерений в форме передаточной и частотной характеристик.
38. Классы точности средств измерений.

6.4. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

1. П.А. Гудков. Общая теория измерений: Учебно-методическое пособие. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2009. – 54 с.

7.2. Дополнительная учебная литература

- 1 А.Г. Мосталыгин, Мосталыгина Л.В., Овсянников В.Е. Основы метрологии, стандартизации и подтверждения соответствия: Учеб. пособие. - Курган.: из-во КГУ, 2020.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Методические указания по лабораторным и практическим занятиям:
- Гудков П.А. Методические указания к контрольной работе по дисциплине «Общая теория измерений» – Курган: КГУ, 2007-13 с.

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. dist.kgsu.ru - Система поддержки учебного процесса КГУ;
2. <http://dspace.kgsu.ru/> - Электронная библиотечная система КГУ.

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znaniium.com»
4. «Гарант» - справочно-правовая система

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение пореализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе

12. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Теоретические основы измерений»

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавра
27.03.01 – Стандартизация и метрология

Направленность: Стандартизация, метрология и управление качеством.

Трудоемкость дисциплины 5 ЗЕ (180 академических часов)

Семестр: 5 (заочная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Содержание дисциплины

Основные понятия теории измерений. Принципы формирования систем единиц величин. Система единиц величин SI. Образование и виды шкал средств измерений. Классификация методов и средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Погрешности результата измерений, закономерности формирования погрешностей. Математические модели измеряемых величин и средств измерений. Выбор количества измерений. Точечные и интервальные оценки измеряемой величины. Методики обработки результатов типовых видов измерений.

ЛИСТ
регистрации изменений (дополнений) в рабочую программу
учебной дисциплины
« Теоретические основы измерений »

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20 ___ / 20 ___ учебный год:

Ответственный преподаватель _____ / Ф.И.О. _____ /

Изменения утверждены на заседании кафедры « ___ » _____ 20 ___ г.,
Протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ « ___ » _____ 20 ___ г.

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20 ___ / 20 ___ учебный год:

Ответственный преподаватель _____ / Ф.И.О. _____ /

Изменения утверждены на заседании кафедры « ___ » _____ 20 ___ г.,
Протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ « ___ » _____ 20 ___ г.