

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
(должность)

Т.Р.Змызгова
(подпись, Ф.И.О.)

" сентябрь 2021 г.

Рабочая программа учебной дисциплины
МЕТРОЛОГИЯ

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Направленность: «Энергообеспечение предприятий»

Форма обучения:

очная, заочная

Курган 2021

- Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники (ОПК-5);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать теоретические основы метрологии и стандартизации, принципы действия средств измерений, методы измерений различных физических величин (для ОПК-5);

- Знать основные закономерности измерений, влияние качества измерений на качество конечных результатов метрологической деятельности, методов и средств обеспечения единства измерений (для ОПК-5);

- Уметь использовать технические средства для измерения различных физических величин (для ОПК-5);

- Владеть навыками работы на контрольно-измерительном и испытательном оборудовании (для ОПК-5);

- Владеть навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля (для ОПК-5).

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лекции	Практич. занятия
Рубеж 1	1	Основные понятия и определения метрологии.	2	2
	2	Измерения и средства измерения.	4	5
		Рубежный контроль № 1	-	1
Рубеж 2	3	Методы и средства измерения электрических и неэлектрических величин	2	3
		Рубежный контроль № 2	-	1
Рубеж 3	4	Обработка результатов измерений	4	3
		Рубежный контроль № 3	-	1
	5	Правовые основы сертификации и обеспечения единства измерений	2	-
	6	Основы организации и технологии стандартизации	2	-
Всего:			16	16

Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
		Лекции	Практич. занятия
1	Основные понятия и определения метрологии.	0,5	-
2	Измерения и средства измерения.	0,5	2
3	Методы и средства измерения электрических и неэлектрических величин	0,5	-
4	Обработка результатов измерений	0,5	-
5	Правовые основы сертификации и обеспечения единства измерений	-	-
6	Основы организации и технологии стандартизации	-	-
Всего:		2	2

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1. Основные понятия и определения метрологии.

Предмет метрологии. Роль метрологии и технических измерений в обеспечении качества продукции. Основные понятия и определения метрологии. Физические величины как объект измерений. Шкалы измерений.

Тема 2. Измерения и средства измерения

Виды измерений. Основные характеристики измерений. Принципы измерений. Измерение и его основные операции. Основные этапы измерений. Структурные элементы и схемы средств измерения. Метрологические характеристики средств измерения и их нормирование.

Тема 3. Методы и средства измерения электрических и неэлектрических величин

Средства измерений. Классификация средств измерений. Структура и классификация измерительных преобразователей.

Методы измерения электрических и неэлектрических величин.

Электроизмерительные приборы

Тема 4. Обработка результатов измерений.

Прямые многократные измерения. Однократные измерения. Косвенные измерения. Подготовка измерительного эксперимента. Обработка результатов измерения.

Тема 5. Правовые основы сертификации и обеспечения единства измерений

Единство измерений. Государственное управление обеспечением единства измерений. Государственная метрологическая служба. Государственный контроль за средствами измерений. Поверка средств измерений.

Понятие сертификации. Обязательная и добровольная сертификация. Правила и порядок проведения сертификации.

Законодательная база сертификации. Структура процессов сертификации.

Тема 6. Основы организации и технологии стандартизации

Сущность и содержание стандартизации. Нормативные документы по стандартизации и виды стандартов, их применение.

Правовые основы и научная база стандартизации. Техническое регулирование. Технический регламент. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.

4.3. Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Темы практического занятия	Норматив времени, час.	
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения
1	Основные понятия и определения метрологии.	Единицы измерений. Определение соотношений между единицами системы СИ и внесистемными единицами.	2	-
2	Измерения и средства измерения.	Требования к средствам измерений. Определение инструментальных погрешностей. Погрешности измерений. Выявление и учет методических погрешностей.	6	2
3	Методы и средства измерения электрических и неэлектрических величин	Элементы электрических измерительных цепей Измерительные механизмы приборов прямого действия Преобразователи токов и напряжений. Расчет шунтов, добавочных сопротивлений и делителей напряжений. Электромеханические приборы для измерений напряжений, токов, мощности и энергии.	4	-
4	Обработка результатов измерений	Элементы теории вероятности и математической статистики в метрологии Обработка результатов прямых многократных измерений. Обработка результатов однократных измерений	4	-
Всего:			16	2

4.5. Контрольная работа (для заочной формы обучения)

Контрольная работа выполняется студентами заочной формы обучения во 6 семестре. В контрольной работе студенты должны решить задачи по теории измерений и провести обработку результатов многократных измерений. Студенты заочной формы обучения выполняют контрольную работу в соответствии с методическими указаниями [1].

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.

Залогом качественного выполнения практических заданий является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале занятия.

Преподавателем запланировано применение на практических занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения заданий и защиты отчетов.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, к рубежным контролям (для обучающихся очной формы обучения), выполнение контрольной работы (для обучающихся заочной формы обучения), подготовку к зачету.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	36	66
Методы и средства контроля параметров технологических процессов	8	14
Порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических условий и другой нормативно-технической документации	7	13
Принципы нормирования точности средств измерения	7	13
Технологии планирования и проведения работ по метрологии, стандартизации и сертификации	7	13
Системы качества, порядок их разработки, сертификации, внедрения и проведения аудита	7	13
Подготовка к практическим занятиям (по 2 часа на каждое занятие)	16	2
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	6	-
Выполнение контрольной работы	-	18
Подготовка к зачету	18	18
Всего:	76	104

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ (для очной формы обучения)
2. Контрольная работа (для заочной формы обучения)
3. Отчеты студентов по практическим занятиям
4. Банк заданий к рубежным контролям № 1, № 2, № 3 (для очной формы обучения)
5. Банк вопросов к зачету

**6.2. Система балльно-рейтинговой оценки
работы студентов по дисциплине
Очная форма обучения**

№	Наименование	Содержание						
		Распределение баллов						
1	Распределе-ние баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Вид учебной работы:	Посеще-ние лекций	Контроль по-сещаемости и подготовка к практиче-ским заня-тиям, актив-ность работы	Рубеж-ный контроль №1	Рубеж-ный контроль №2	Рубеж-ный контроль №3	Зачет
		Балльная оценка:	До 8	До 24	До 12	До 12	До 14	До 30
		Примеча-ния:	по 1 бал-лу за лекцию	По 3 балла за занятие	На 4-м практи-ческом занятии	На 6-м практи-ческом занятии	На 8-м практи-ческом занятии	
2	Критерий пересчета бал-лов в традиционную оценку по итогам работы в семестре	60 и менее баллов – неудовлетворительно; не зачтено 61...73 – удовлетворительно; зачтено 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично						
3	Критерии допуска к промежуточной аттеста-ции, возможности по-лучения автоматического зачета (оценки) по дис-циплине, возможность получения бонусных бал-лов	К зачету по дисциплине «Метрология » допускаются студен-ты, набравшие по итогам текущего и рубежного контроля не ме-нее 50 баллов и выполнившие все практические занятия. Получение автоматического зачета студенту необходимо набрать не менее 67 баллов По согласованию с преподавателем студенту, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на консультациях, активное участие в научной и методиче-ской работе, оригинальность принятых решений в на практических за-нятиях.						
4	Формы и виды учебной работы для неуспе-вающих (восстановившихся на курсе обучения) студен-тов для получения недо-стающих баллов в конце семестра	Для студентов, которые не набрали 50 баллов, проводятся до-полнительные консультации. Чтобы набрать недостающее число баллов в конце семестра, студент должен проработать материал всех пропущенных лекций и практических занятий, написать дополнительный реферат, который оценивается в 10-15 баллов, пройти дополнительный рубежный контроль с начислением за него не более 10 баллов. Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановле-нии, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяются преподавателем.						

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежный контроль 1-3 осуществляется в виде выполнения тестовых заданий и тематической контрольной работы. Студент должен ответить не менее чем на шесть вопросов тестовых заданий, ответ на каждый вопрос оценивается максимум в 2 балла. Перед проведением каждого рубежного контроля на предыдущем занятии преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткого обзора.

Рубежный контроль №1 оценивается максимум в 12 баллов.

Рубежный контроль №2 оценивается максимум в 12 баллов.

Рубежный контроль №3 оценивается максимум в 14 баллов.

Зачет проводится в традиционной форме. Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов. Количество баллов по результатам зачета соответствует количеству правильных ответов и объему раскрытия темы каждого вопроса билета. Время, отводимое студенту на экзаменационный билет, составляет 1 астрономический час.

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 студента.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета

Пример задания для рубежного контроля 1

1. Погрешность, которая при повторении измерений изменяется случайным образом, называется ...

- а) систематической,
- б); случайной
- в) грубой.

2. Абсолютная погрешность – это ... между измеренной величиной и ... значением измеряемой величины.

- а)) разность, истинным;
- б) разница, истинным;
- в) разница, измеренным.

3. Инструментальная погрешность возникает из-за ... средства измерений. а)

- несовершенства;
- б) неисправности;
- в) погрешности.

4. Дополнительная инструментальная погрешность возникает при отличии ... от нормальных.

- а) методов измерений;
- б) условий измерений;

5. В цепь током 15 А включены три амперметра со следующими параметрами: класса точности 1,0 со шкалой на 50 А, класса 1,5 на 30 А и класса 2,5 на 20 А. Определить, какой из амперметров обеспечит большую точность измерения тока в цепи.
- второй;
 - первый;
 - третий.
6. Показания амперметра $I_1 = 20$ А, его верхний предел $I_n = 50$ А; показания образцового прибора, включенного последовательно, $I = 20,5$ А. Определить относительную и приведенную относительную погрешности амперметра.
- 0,5; 1;
 - 0,5; 0,01;
 - 2,44; 1.
7. При измерении мощности ваттметром класса точности 0,5, рассчитанным на номинальную мощность $P_n = 500$ Вт записано показание $P_1 = 150$ Вт. Найти пределы, между которыми заключено действительное значение измеряемой мощности.
- 147,5 и 152,5;
 - 149,5 и 150,5;
 - 149,5 и 147,5.
8. Определить относительную погрешность измерения напряжения, если показание вольтметра класса 1,0 с пределом измерения 300 В составило 75 В
- 4%;
 - 1%;
 - 4 В.

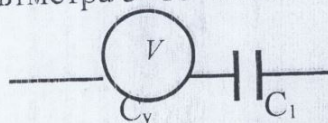
Пример задания для рубежного контроля 2

Рубежный контроль 2 осуществляется в виде контрольной по теме «Измерение электрических величин». Пример задания для контрольной работы приведен ниже.

Задачи

- Десять одинаковых осветительных ламп соединены параллельно. Ток каждой лампы $I_n = 0,3$ А. Определить абсолютную и относительную погрешности амперметра, включенного в неразветвленную часть цепи, если его показания $I_1 = 3,3$ А.
- Для измерения затраты энергии в течение суток были замерены напряжение сети 215 В вольтметром на номинальное напряжение 250 В класса точности 1,5 и ток 120 А амперметром на 150 А класса точности 1,0. Определить количество энергии, расходуемое в печи за сутки, и наибольшую возможную абсолютную и относительную погрешности при ее измерении, если время измеряется с точностью до 1 мин.
- Расширение предела измерения электростатического вольтметра осуществляется по схеме. Определить величину добавочной емкости, если

предел измерения вольтметра на 1,5 кВ необходимо расширить до 15 кВ, емкость вольтметра $3 \cdot 10^{-5}$ мкФ.



4. При подключении катушки индуктивности к источнику постоянного тока амперметр показал $I=12$ А, вольтметр $U=24$ В. При подключении к сети переменного тока показания стали $I=2$ А, $U=24$ В. Частота сети 50 Гц. Определить индуктивность катушки.

Пример задания для рубежного контроля 3

Рубежный контроль 3 осуществляется в виде контрольной по теме «Обработка результатов многократных измерений». Пример задания для контрольной работы приведен ниже:

Используя способ последовательных разностей, определить, присутствует ли систематическая погрешность в ряду результатов наблюдений (задается преподавателем).

Провести обработку наблюдений в такой последовательности:

1. Исключить известные систематические погрешности из результатов измерений.
2. Вычислить среднее арифметическое значение исправленных результатов наблюдений \bar{x} , которое принимается за результат измерения, если подтверждается гипотеза о нормальном распределении результатов наблюдений и ряд наблюдений не содержит промахов.
3. Вычислить смещенную (S^*) и несмещенную (S) среднеквадратическую погрешность ряда измерений.
4. Вычислить среднеквадратическую погрешность среднеарифметического значения по формуле.
5. Проверить гипотезу о нормальном распределении результатов наблюдений.
6. Выявить грубые погрешности.
7. Вычислить доверительные границы (пределы допускаемых значений) случайной составляющей погрешности измерений.

Примерный список вопросов к зачету

1. Метрология. Предмет изучения.
2. Физическая величина. Примеры физических величин.
3. Система единиц физических величин.
4. Измерение. Основное уравнение измерения. Истинное и действительное значения измеряемой величины.
5. Метрическая система мер. История создания. Основные единицы.

6. Система СИ. Системные и внесистемные единицы. Разновидности системных единиц. Вещественные и энергетические физические величины.
7. Шкала физической величины. Примеры различных шкал.
8. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения.
9. Методы измерений. Классификация методов измерений.
10. Измерение. Классификация измерений. Условия измерений.
11. Погрешности измерений. Классификация погрешностей.
12. Свойства случайной и систематической погрешностей измерений.
13. Виды систематических погрешностей. Способы их устранения.
14. Средства измерений. Классификация средств измерений.
15. Элементарные средства измерений. Примеры элементарных средств измерений.
16. Комплексные средства измерений. Примеры комплексных средств измерений.
17. Структурные схемы средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений.
18. Классы точности средств измерений.
19. Проверка средств измерений. Поверочные схемы.
20. Характеристики периодических сигналов.
21. Электроизмерительные приборы. Классификация и применений.
22. Методы измерения тока и напряжения.
23. Методы расширения пределов измерения тока и напряжения.
24. Государственная метрологическая служба РФ. Структура и функции. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений».
25. Цели и задачи стандартизации.
26. Принципы стандартизации. Формы стандартизации.
27. Технический регламент. Стандарты и технические условия. Категории и виды стандартов. Разработка и применение стандартов.
28. Стандартизация в РФ. Виды и методы стандартизации.
29. Взаимозаменяемость как один из принципов стандартизации.
30. Сертификация продукции и услуг.

6.5. 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. Метрология и радиоизмерения: Учебник для вузов. / Под ред. В.И. Нефедова – М.: Высшая школа, 2003. – 526с.

2. Раннев Г.Г. Методы и средства измерений: Учебник для студентов вузов. - М.: Академия, 2004. - 311с
3. Сергеев А.Г. Метрология: Уч. пособие для вузов. - М.: «ЛОГОС», 2005. - 270с.
4. Федюкин В.К. Основы квалитметрии. Управление качеством продукции: Учебное пособие. - М.: Филинь, 2004. - 295с.

7.2. Дополнительная учебная литература

1. Гудков П.А. Общая теория измерений: Учебное пособие. - Курган.: Изд-во КГУ, 2009. - 53 с.
2. Лифиц И.М. Основы стандартизации, метрологии, сертификации. Уч. для вузов. - М.: Юрайт, 2001 - 268с.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Дмитриева О.В. Обработка результатов многократных измерений. Методические указания и контрольные задания для студентов заочной формы обучения. - Курган, 2013.
2. Дмитриева О.В. Методы и средства измерения электрических величин. Методические указания для практических занятий по курсам «Метрология, стандартизация и сертификация», «Метрология и измерительная техника» для студентов очной и заочной форм обучения. - Курган, 2013.
3. Дмитриева О.В., Камкин И.П. Основы измерительной техники. Методические указания к комплексу лабораторных работ по курсам «Метрология, стандартизация и сертификация», «Метрология и измерительная техника» для студентов очной и заочной форм обучения. - Курган, 2016.
4. Дмитриева О.В. Методы и средства измерения геометрических размеров деталей в машиностроении. Методические указания к лабораторной работе по курсам «Метрология, стандартизация и сертификация», «Метрология и измерительная техника» для студентов очной и заочной форм обучения. - Курган, 2012.

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

1. <http://www.bookarchive.ru> - Электронные версии учебников
2. <http://www.infomika.ru> - Электронная версия учебников
3. <http://window.edu.ru> - Единое окно образовательных ресурсов
4. dist.kgsu.ru - Система поддержки учебного процесса КГУ;

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Метрология»

образовательной программы высшего образования –
 программы бакалавриата

13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность:
Энергообеспечение предприятий

Трудоемкость дисциплины: 3 ЗЕ (108 академических часа)
 Семестр: 4 (очная форма обучения), 6 (заочная форма обучения)
 Форма промежуточной аттестации: Зачет

Содержание дисциплины

Предмет метрологии. Роль метрологии и технических измерений в обеспечении качества продукции. Основные понятия и определения метрологии. Физические величины как объект измерений. Шкалы измерений. Виды измерений. Основные характеристики измерений. Принципы измерений. Измерение и его основные операции. Основные этапы измерений. Структурные элементы и схемы средств измерения. Метрологические характеристики средств измерения и их нормирование. Средства измерений. Классификация средств измерений. Структура и классификация измерительных преобразователей. Методы измерения электрических и неэлектрических величин. Электроизмерительные приборы. Прямые многократные измерения. Однократные измерения. Косвенные измерения. Подготовка измерительного эксперимента. Обработка результатов измерения. Единство измерений. Государственное управление обеспечением единства измерений. Государственная метрологическая служба. Государственный контроль за средствами измерений. Поверка средств измерений. Сущность и содержание стандартизации. Нормативные документы по стандартизации и виды стандартов, их применение. Правовые основы и научная база стандартизации. Техническое регулирование. Технический регламент. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов. Понятие сертификации. Обязательная и добровольная сертификация. Правила и порядок проведения сертификации. Законодательная база сертификации. Структура процессов сертификации.