



« УТВЕРЖДАЮ»
Декан ТЭФ
_____ Кузнецов Г.В.
«__» _____ 2009 г.

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Рабочая программа

для направления **140400 – Техническая физика**
специальности **140404 - Атомные электрические станции и установки**

Факультет - Теплоэнергетический (ТЭФ)

Обеспечивающая кафедра – «Автоматизация теплоэнергетических процессов»
(АТП)

Курс 4
Семестр 7

Распределение учебного времени

Лекции	30 часов (ауд.)
Лабораторные занятия	16 часов (ауд.)
Всего аудиторных занятий	46 часов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа	46 часов
---	----------

Общая трудоемкость	92 чаа
Экзамен в 7 семестре.	

2009



АННОТАЦИЯ

Данная рабочая программа (РП) определяет объем, содержание, порядок изучения и преподавания дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» для специальности 140404 - «Атомные электрические станции и установки», а также способы контроля результатов ее усвоения. Программа составлена на основе Государственного образовательного стандарта и профессиональной образовательной программы ТПУ по данной специальности. Структура, содержание и оформление программы соответствует стандарту Томского политехнического университета СТП ТПУ 2.4.01-02. «Система образовательных стандартов. Рабочая программа учебной дисциплины. Общие требования и правила оформления».

РП предусматривает изложение и практическое закрепление материала по устройству, принципам действия средств измерения, применяемых на теплоэнергетических объектах.

ПРЕДИСЛОВИЕ



1. Рабочая программа составлена на основе ГОС ВПО ТПУ и ОС ВПО ТПУ по направлению 140400 – «Техническая физика» специальности 140404 – «Атомные электрические станции и установки», утвержденного в 2001 г.

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании обеспечивающей кафедры « Автоматизации теплоэнергетических процессов » от 1 октября 2009 г. протокол № 10.

2. Разработчик, доцент кафедры АТП _____ А.В. Волошенко

3. Зав. обеспечивающей кафедрой АТП _____ В.С. Андык

4. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом, выпускающими кафедрами специальности; СООТВЕТСТВУЕТ действующему плану.

Зав. выпускающей кафедрой ТПТ _____ Л.А. Беляев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ



Современные системы автоматизации используют разнообразные технические средства измерения и первичного преобразования информации о ходе технологических процессов. Важную роль играет измерительная техника в научных исследованиях, в организации контроля безопасности технологических процессов, охране окружающей среды.

Вследствие этого вопросы изучения теплотехнических измерений и приборов, применяемых в теплоэнергетике для контроля различного рода параметров, играют основополагающее значение на уровень профессиональной подготовки бакалавров и специалистов по направлению теплоэнергетика.

1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» заключается в формировании общего представления, в освоении методов и современных технических средств измерения теплотехнических параметров, в ознакомлении с основами стандартизации и сертификации.

В результате изучения данной дисциплины студент должен знать:

- методы определения и нормирования основных метрологических характеристик типовых измерительных устройств и систем;
- основные методы и средства измерения теплотехнических параметров;
- принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности используемых технических средств измерения;
- технологию проектирования локальных измерительных систем;
- стандарты по поверке и калибровке теплотехнических измерительных устройств.

В результате получения практических навыков по данной дисциплине студент должен уметь:

- определять статические и динамические характеристики средств и систем измерения;
- проводить метрологическую аттестацию средств и систем измерения;
- выбирать методы и средства измерения, необходимые для информационного и метрологического обеспечения систем автоматизации;
- разрабатывать локальные измерительные системы.

1.2. Задачи изложения и изучения дисциплины



Основными задачами дисциплины являются изучение методов измерения теплотехнических параметров, изучения принципов действия, схем и конструкций современных технических средств измерения, особенностей их применения в теплоэнергетике, приобретение комплекса практических навыков выбора первичных преобразователей и измерительных приборов для измерения теплотехнических величин на объектах теплоэнергетики.

Для достижения целей при совместной и индивидуальной познавательной деятельности студентов в части овладения теоретическими знаниями и практическими умениями используется полный набор методического материала: лекции, методические указания к проведению практических занятий, методические указания к лабораторным работам, методическое пособие по выполнению курсового проекта и другие методические разработки кафедры.

Неотъемлемой частью курса является лабораторный практикум, при прохождении которого студентами приобретаются навыки самостоятельного проведения метрологического эксперимента. Для закрепления теоретических знаний, полученных на лекциях, в курсе предусмотрено проведение лабораторных занятий.

2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Лекции (30 часов)

2.1.1. Основы метрологии (6 часов)

Предмет и задачи метрологии, стандартизации и сертификации. Основные понятия и определения в метрологии, стандартизации и сертификации. Общие сведения об измерениях. Классификация измерений. Виды и методы измерений. Погрешности измерений, основные источники погрешностей. Классификация погрешностей: абсолютная, относительная, приведенная, аддитивная и мультипликативная, систематическая, случайная.

Основные сведения о средствах измерений. Классификация средств измерений. Погрешности средств измерений. Нормирование метрологических характеристик, основные нормируемые характеристики средств измерений, класс точности и пределы допускаемых погрешностей. Дополнительные погрешности средств измерений. Поверка средств измерений.

Измерительные системы. Структурные схемы средств измерения технологических параметров прямого и уравнивающего преобразования.



2.1.2. Измерения температуры (12 часов)

Общие сведения о температуре и температурных шкалах. Классификация средств измерения температуры. Термометры расширения, манометрические термометры.

Термоэлектрические преобразователи, основы теории термопар. Термоэлектродные материалы. Стандартные термоэлектрические преобразователи. Поправка на температуру свободных концов термопары. Компенсационные провода. Пирометрические милливольтметр Автоматические потенциометры.

Термопреобразователи сопротивления. Стандартные термопреобразователи сопротивления. Автоматические уравновешенные мосты. Логометры.

2.1.3. Измерение давления и разности давлений (4 часа)

Общие сведения об измерении давления, классификация средств измерения давления и разности давлений. Жидкостные манометры. Деформационные средства измерения давления и разности давлений.

Деформационные измерительные преобразователи давления. Дифференциально – трансформаторный преобразователь. Преобразователи с компенсацией магнитных потоков и тензорезисторами. Грузопоршневые манометры.

2.1.4. Измерение расхода жидкости, газа, пара, тепловой энергии (6 часов)

Классификация методов и средств измерения расхода и количества вещества. Расходомеры переменного перепада давления. Расчет стандартных сужающих устройств. Оценка погрешностей измерения расхода. Особые случаи измерения расхода. Преобразователи перепада давлений и измерительные приборы.

Расходомеры постоянного перепада давления. Расходомеры электромагнитные, ультразвуковые и тахометрические. Тепломеры и тепловычислители.

2.1.4. Измерение уровня жидкостей и сыпучих материалов (2 часа)

Классификация методов измерения уровня. Измерение уровня жидкостей гидростатическими уровнемерами. Измерение уровня жидкости в сосудах под давлением.

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Лабораторные занятия (16 часов)



3.1.1. Вводное занятие. Вопросы техники безопасности при выполнении лабораторных работ. Методика поверки (калибровки) средств измерений. Обработка результатов поверки (калибровки). Оформление отчетов (2 час).

3.1.2. Исследование методов прямых измерений с помощью лабораторного потенциометра типа ПП-63 (2 часа).

3.1.3. Изучение и поверка термопреобразователей сопротивления (2 час).

3.1.4. Изучение и поверка термоэлектрических преобразователей (2 час).

3.1.5. Изучение и поверка автоматических потенциометров (2 час).

3.1.6. Изучение и поверка автоматических мостов (2 час).

3.1.7. Изучение и поверка манометров (2 час).

3.1.8. Изучение и испытание комплекта расходомера (2 час).

4. ПРОГРАММА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов состоит в проработке лекционного материала, подготовке к практическим занятиям и лабораторным работам, в выполнении индивидуальных домашних заданий. Она составляет 46 часов и включает следующие пункты:

- 1) проработка курса лекций (30 часов),
- 3) подготовки к лабораторным занятиям (16 часов).

Цели самостоятельной познавательной деятельности:

- способствовать эффективному усвоению конкретного учебного материала;
- учить студентов самостоятельно решать задачи на основе полученных знаний на лекциях и при самостоятельной проработке материала по учебной литературе.

Задачи:

- закрепить знания, полученные во время аудиторного занятия;
- совершенствовать полученные умения на основе специальных учебников, пособий.

5. ТЕКУЩИЙ И ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ



При изучении курса «Метрология, стандартизация и сертификация» используется рейтинговая система оценки знаний студентов. В течение семестра студент может набрать 1000 баллов.

Максимальная рейтинговая оценка составляет 1000 баллов. В нее входят: 1) рейтинг посещения и проработки лекций (300 баллов); 2) рейтинг лабораторных работ (320 баллов); 3) рейтинг рубежного контроля (200 баллов); 4) рейтинг экзамена (160 баллов).

Весовой коэффициент каждого из видов занятий определяется и оформляется в виде рейтинг - плана. Рейтинг – планы и учебно-методическая карта составляются в виде одного документа ежегодно. Ежегодное обновление рейтинг - планов объясняется тем, что периодически производятся изменения в учебном плане или в расписании занятий.

5.1. Задания для рубежного контроля

Образцы тестов

Контрольная работа № 1

Например:

1. Абсолютная погрешность – это:

- а) разность показаний прибора и действительного значения измеряемой величины;
- б) разность между действительным значением измеряемой величины и показанием прибора;
- в) разность показаний прибора и истинного значения измеряемой величины;
- г) разность между показанием прибора и измеряемой величиной.

2. Относительная погрешность – это:

- а) отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины, выраженное в %;
- б) отношение абсолютной погрешности к нормированному значению, выраженное в %;
- в) отношение абсолютной погрешности к диапазону показаний, выраженное в %;
- г) отношение абсолютной погрешности к диапазону измерений, выраженное в %.

3. Приведенная погрешность – это:

- а) отношение абсолютной погрешности к нормированному значению, выраженное в %;
- б) отношение абсолютной погрешности к действительному значению, выраженное в %;



- в) отношение абсолютной погрешности к диапазону измерений, выраженное в %;
г) разность показаний прибора и действительного значения измеряемой величины.

Контрольная работа № 2

Например:

Билет 1

1. Можно ли ртутным стеклянным термометром измерить температуру 500°C , если температура кипения ртути $356,6^{\circ}\text{C}$? Каким образом можно повысить верхний предел измерения ртутных термометров?

2. Какие измерительные устройства можно применить для измерения и регистрации температуры равной 2100°C ? Начертить структурную схему выбранной измерительной системы.

Билет 2

1. Совпадают ли значения коэффициентов объемного теплового расширения и видимого объемного теплового расширения термометрического вещества?

2. Какие измерительные устройства можно применить для измерения и регистрации температуры равной 1550°C ? Начертить структурную схему выбранной измерительной системы.

Билет 3

1. Можно ли одновременно одним и тем же термоэлектрическим преобразователем измерить разность температур двух сред?

2. Какие измерительные устройства можно применить для измерения и регистрации температуры равной 1200°C ? Начертить структурную схему выбранной измерительной системы.

Билет 4

1. Начертите номинальную статическую характеристику термоэлектрического преобразователя при температуре свободных концов, равной 0°C . Как изменится его НСХ, если температура свободных концов увеличивается?

2. Какие измерительные устройства можно применить для измерения и регистрации температуры равной 950°C ? Начертить структурную схему выбранной измерительной системы.

Билет 5

1. Изменится ли чувствительность пирометрического милливольтметра, если увеличить число витков рамки при неизменной жесткости противодействующей пружины?

2. Какие измерительные устройства можно применить для измерения и регистрации температуры равной 550°C ? Начертить структурную схему выбранной измерительной системы.

Билет 6

1. Напишите уравнение компенсации измерительной схемы автоматического электронного потенциометра при значении измеряемой температуры,



равной нижнему пределу измерения. Температура свободных концов термоэлектрического преобразователя равна 20°C .

2. Какие измерительные устройства можно применить для измерения и регистрации температуры равной 300°C ? Начертить структурную схему выбранной и измерительной системы.

Билет 7

1. Напишите уравнение компенсации измерительной схемы автоматического электронного потенциометра при значении измеряемой температуры, равной верхнему пределу измерения. Температура свободных концов термоэлектрического преобразователя равна 20°C .

2. Перечислите с помощью каких измерительных устройств можно измерить температуру, изменяющуюся в пределах от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$?

Билет 8

1. Напишите уравнение компенсации измерительной схемы автоматического электронного потенциометра при значении измеряемой температуры, более нижнего предела измерения, но менее верхнего предела измерения. Температура свободных концов термоэлектрического преобразователя равна 20°C .

2. Перечислите с помощью каких измерительных устройств можно измерить температуру, изменяющуюся в пределах от -200°C до $+1300^{\circ}\text{C}$?

Билет 9

1. Напишите уравнение компенсации измерительной схемы автоматического электронного потенциометра при значении измеряемой температуры, более нижнего предела измерения, но менее верхнего предела измерения. Температура свободных концов термоэлектрического преобразователя более 20°C .

2. Перечислите с помощью каких измерительных устройств можно измерить температуру, изменяющуюся в пределах от -50°C до $+800^{\circ}\text{C}$?

Билет 10

1. Напишите уравнение компенсации измерительной схемы автоматического электронного потенциометра при значении измеряемой температуры, более нижнего предела измерения, но менее верхнего предела измерения. Температура свободных концов термоэлектрического преобразователя менее 20°C .

2. Перечислите с помощью каких измерительных устройств можно измерить температуру, изменяющуюся в пределах от 0°C до $+2500^{\circ}\text{C}$?

Билет 11

1. Можно ли ртутным стеклянным термометром измерить температуру 500°C , если температура кипения ртути $356,6^{\circ}\text{C}$? Каким образом можно повысить верхний предел измерения ртутных термометров?

2. Какие измерительные устройства можно применить для измерения и ре-



гистрации температуры равной 2100°C ? Начертить структурную схему выбранной измерительной системы.

Билет 12

1. Совпадают ли значения коэффициентов объемного теплового расширения и видимого объемного теплового расширения термометрического вещества?

2. Какие измерительные устройства можно применить для измерения и регистрации температуры равной 1550°C ? Начертить структурную схему выбранной измерительной системы.

И т. д.

5.2. Задания для итогового контроля

Вопросы к экзамену

Основы метрологии

1. Задачи метрологии.
2. Классификация измерений.
3. Погрешности измерений.
4. Классификация средств измерения.
5. Погрешности средств измерения.
6. Статические и метрологические характеристики измерительных устройств.
7. Нормирование метрологических характеристик измерительных устройств.
8. Структурные схемы измерительных устройств и измерительных систем.

Измерение температуры

9. Понятие о температуре и температурных шкалах.
10. Классификация измерительных устройств, предназначенных для измерения температуры.
11. Назначение, устройство, принцип действия, разновидности, метрологические характеристики и поверка ЖСТ.
12. Назначение, устройство, принцип действия, разновидности, метрологические характеристики и поверка МТ.
13. Принцип действия термопары, уравнение термопары, материалы термоэлектродов стандартных ТЭП.
14. Влияние включения 3-го проводника в цепь термопары, введение поправки на температуру свободных концов термопары.
15. Требования, предъявляемые к термоэлектродам термопар и НСХ стандартных ТЭП.
16. Устройство ТЭП, метрологические характеристики и поверка ТЭП.
17. Введение поправки на температуру холодных концов ТЭП, компенсационные провода, схемы подключения ИП к ТЭП.



18. Назначение, устройство, принцип действия и метрологические характеристики пирометрических милливольтметров.
19. Назначение, устройство, принцип действия автоматического электронного потенциометра.
20. Назначение, устройство, принцип действия и номинальные статические характеристики стандартных ТПС.
21. Метрологические характеристики, устройство, схемы и разновидности стандартных ТПС.
22. 2-х, 3-х и 4-х проводная схемы подключения ТПС в мостовую схему, их преимущества и недостатки.
23. Назначение, устройство, принцип действия автоматического электронного моста.
24. Назначение, устройство, принцип действия логометра и его поверка.

Измерение давления

25. Измерение давления. Основные понятия и классификация СИ для измерения давления.
26. Назначение, устройство, принцип действия U-образных и чашечных жидкостных манометров и микроманометров.
27. Конструкции упругих ЧЭ, применяемых в ИУ для измерения давления и других параметров.
28. Назначение, устройство, принцип действия манометров с одновитковой трубчатой пружиной.
29. Разновидности выпускаемых манометров с одновитковой трубчатой пружиной.
30. Назначение, устройство, принцип действия преобразователей давления с ДТП.
31. Назначение, устройство, принцип действия преобразователей с компенсацией магнитных потоков.
32. Назначение, устройство, принцип действия датчиков давления с тензопреобразователями.
33. Назначение, устройство, принцип действия грузопоршневых манометров.

Измерение расхода

34. Уравнение расходомера переменного перепада давления.
35. Назначение, устройство, принцип действия ротаметров.
36. Назначение, устройство, принцип действия турбинных преобразователей расхода.
37. Назначение, устройство, принцип действия шариковых преобразователей расхода.
38. Назначение, устройство, принцип действия ультразвуковых преобразователей расхода.



39. Измерение тепловой энергии. Назначение, устройство, принцип действия теплосчетчиков.

Измерение уровня

40. Классификация уровнемеров и краткая их характеристика.

41. Назначение, устройство, принцип действия уровнемеров с визуальным отсчетом.

42. Измерение уровня в открытом резервуаре гидростатическим уровнемером.

43. Измерение уровня в резервуаре под давлением гидростатическим уровнемером.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методическое обеспечение дисциплины состоит из учебных пособий и методических указаний по выполнению практических занятий и лабораторных работ. Перечень элементов учебно-методического обеспечения дисциплины, а также перечень рекомендуемой литературы, приводится ниже.

6.2. Перечень методических пособий по выполнению лабораторных работ

6.2.1. Волошенко А.В. Теплотехнические измерения и приборы. Лабораторные работы: учебное пособие/ А.В. Волошенко, В.В. Медведев, М.М. Григорьева – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 116 с.

6.3. Перечень рекомендуемой литературы

Основная

6.3.1. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Теплотехнические измерения и приборы. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 460 с.

6.3.2. Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Сборник задач и вопросов по теплотехническим измерениям и приборам. 2-ое издание. - М.: ЭАИ, 1985. - 328 с.

6.3.3. Фарзани Н.Г., Илясов Л.В., Азим-Заде А.Ю. Теплотехнические измерения и приборы. - М.: Высшая школа, 1989 - 456 с.

6.3.4. Хансуваров К.И., Цетлин В.Г. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара: Учебное пособие. - М.: Изд-во стандартов, 1990. - 287 с.

Дополнительная

6.3.5. Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы: 3-е издание. - М.: Энергия, 1978 - 704 с.



6.3.6. Промышленные приборы и средства автоматизации. Справочник / под ред. В.В. Черенкова /.- Л.: Машиностроение, 1987. - 847 с.