



« УТВЕРЖДАЮ»

Декан ТЭФ

\_\_\_\_\_ Кузнецов Г.В.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2009 г.

## МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Рабочая программа

для направления

**220300 – Автоматизированные технологии и производства**

специальности

**220301 - Автоматизация технологических процессов и производств  
(в теплоэнергетике)**

Факультет - Теплоэнергетический (ТЭФ)

Обеспечивающая кафедра – «Автоматизация теплоэнергетических процессов»  
(АТП)

Курс 3

Семестр 5

### Распределение учебного времени

Лекции 18 часов (ауд.)

Практические занятия 10 часов (ауд.)

**Всего аудиторных занятий 28 часов**

Самостоятельная (внеаудиторная)  
работа 45 часов

**Общая трудоемкость 73 часа**

Зачет в 5 семестре

2009 г.

АННОТАЦИЯ



Данная рабочая программа (РП) определяет объем, содержание, порядок изучения и преподавания дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» для специальности 220301 - «Автоматизация технологических процессов и производств (в теплоэнергетике)», 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 менеджмента качества ТПУ. Система образовательных стандартов. Рабочая программа учебной дисциплины. Общие требования к содержанию и оформлению».

РП предусматривает изложение и практическое закрепление материала по основным понятиям метрологии; поверке и калибровке средств измерения, применяемых на теплоэнергетических объектах.

## Summary

This working program (WP) determines volume, contents, order of study and teaching of discipline "Technical measurements and devices" for speciality 220301 – «Automation of technological processes and manufactures in power system», and also ways to control of results its mastering. Program is made on the basis of the State educational standard and professional educational program TPU on the given speciality. Structure, contents and registration of the program corresponds to standard of Tomsk polytechnical university STP TPU 2.4.01-02. «System of educational standards. Working program of educational discipline. Common requirements and rules of registration».

WP provides a statement and practical fastening of material on device, principles of action of means of measurement which is used on heat power objects.

## ПРЕДИСЛОВИЕ



1. Рабочая программа составлена на основе ГОС ВПО по направлению 220300 – «Автоматизированные технологии и производства» специальности 220301 – «Автоматизация технологических процессов и производств (в теплоэнергетике)», утвержденного в 2001 г.

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

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 АТП \_\_\_\_\_ В.С. Андык.

## 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 за безопасностью технологических процессов, охране окружающей среды, управлении качеством выпускаемой продукции, в товарно-учетных операциях. Любые измерения и средства измерения проводятся с определенными погрешностями. Оценка точности измерений, стандарты, документы и законы регламентирующие метрологическую деятельность изучаются в рамках данной дисциплины.

Вследствие этого вопросы изучения основ метрологии, стандартизации и сертификации оказывает существенное влияние на уровень профессиональной подготовки инженера по автоматизации.

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» заключается в формировании общего представления о метрологии и метрологической деятельности, в освоении понятий методов и погрешностей измерения, погрешностей средств измерений, в нормировании метрологических характеристик средств измерений, в ознакомлении с основами стандартизации и сертификации.

В результате изучения данной дисциплины студент должен знать:

- основы метрологии и метрологического обеспечения систем автоматического контроля;
- методы определения и нормирования метрологических характеристик типовых средств измерений;
- методы обработки результатов измерения;
- основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений;
- объекты, схемы и системы сертификации;
- правила и порядок проведения сертификации.

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

- определять статические, динамические и метрологические характеристики средств и систем измерений;
- проводить метрологическую аттестацию средств и систем измерений;
- выбирать методы и средства измерения, необходимые для информационного и метрологического обеспечения систем автоматического контроля;
- применять на практике методы обработки результатов измерения.

### 1.2. Задачи изложения и изучения дисциплины

Основными задачами дисциплины являются освоение основных положений теоретической метрологии и умение руководствоваться ими в своей практической деятельности, изучение методов измерения теплотехнических параметров, изуче-



ния основных положений стандартизации и сертификации, приобретение комплекса практических навыков применения погрешностей измерений и средств измерений при поверке и калибровке средств измерений.

Для достижения целей при совместной и индивидуальной познавательной деятельности студентов в части овладения теоретическими знаниями и практическими умениями используются следующие методические материалы: лекции, методические указания к проведению практических занятий и другие методические разработки кафедры.

Для закрепления теоретических знаний, полученных на лекциях, в курсе предусмотрено проведение практических занятий в совместной и индивидуальной (самостоятельной) формах и решение домашних заданий каждым студентом.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **2.1 Лекции (18 часов)**

#### **2.1.1. Введение, основы метрологии (6 часов)**

Предмет и задачи метрологии. Значение измерений в познании природы, управлении качеством продукции и охране окружающей среды. Технологические измерения на ТЭС. Перспективы совершенствования методик и техники измерений.

Основные понятия и определения в метрологии. 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, статическая и динамическая. Погрешности прямых, косвенных и совместных измерений. Типовые законы распределения погрешностей с точки зрения вероятностного подхода, параметры распределений погрешностей. Оценка параметров погрешностей по результатам многократных измерений. Формы представления результатов измерений. Метрологическое обеспечение - организационные, научные и технические основы. Государственная система обеспечения единства измерений.

#### **2.1.2. Метрологические характеристики средств измерений (4 часа)**

Основные сведения о средствах измерений. Классификация средств измерений. Средства измерений ГСП. Характеристики средств измерений: статическая и динамическая, пределы и диапазоны измерений, чувствительность.



Источники погрешностей средств измерений. Нормирование метрологических характеристик, основные нормируемые характеристики средств измерений, класс точности и пределы допускаемых погрешностей. Дополнительные погрешности средств измерений. Методы уменьшения составляющих погрешностей средств измерений. Структурные методы повышения точности средств измерений. Поверка средств измерений.

### **2.1.3. Измерительные системы, структурные типовые схемы средств измерений (2 часа)**

Измерительные системы. Структурные типовые схемы средств измерения технологических параметров: прямого и уравнивающего преобразования, дифференциальная. Структурные элементы средств измерений - первичные измерительные преобразователи, промежуточные и масштабные измерительные преобразователи, приборы, измерительные устройства.

### **2.1.4. Законодательная метрология (2 часа)**

Правовые основы обеспечения единства измерений. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Структура и функции государственной метрологической службы РФ и метрологической службы организаций, являющихся юридическими лицами. Международные метрологические организации.

### **2.2. Стандартизация и сертификация (4 часа)**

Правовые основы и научная база стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов. Основные цели, объекты, схемы и системы сертификации. Обязательная и добровольная сертификация. Правила и порядок проведения сертификации.

## **3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **3.1. Практические занятия (10 часов)**



- 2.4.1. Расчет погрешностей средств измерений (2 часа).
- 2.4.2. Оценка предельной статической погрешности измерения температуры милливольтметром (2 часа).
- 2.4.3. Оценка предельной статической погрешности измерения температуры в нормальных и эксплуатационных условиях (2 часа).
- 2.4.4. Обработка результатов многократных измерений (4 часа).

#### **4. ПРОГРАММА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов состоит в проработке лекционного материала, подготовке к практическим занятиям, в выполнении индивидуальных домашних заданий. Она составляет 45 час и включает следующие пункты:

- 1) проработка курса лекций и подготовка к практическим занятиям и контрольным работам (36 ч),
- 2) решение индивидуальных домашних заданий (9 ч).

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. Максимальная рейтинговая оценка дисциплины составляет 1000 баллов. В нее входят: 1) рейтинг посещения и проработки лекций (560 баллов); 2) рейтинг практических занятий (120 баллов); 3) рейтинг рубежного контроля (200 баллов); 4) рейтинг зачета (120 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 - пла-



нов объясняется тем, что периодически производятся изменения в учебном плане или в расписании занятий.

Весь теоретический материал разбит на 2 модуля и для рубежного контроля проводится 2 контрольные работы. По окончании семестра проводится зачетная контрольная работа. При наборе студентом 650 баллов, что соответствует положительным оценкам не ниже «удовлетворительно» по всем видам рейтинговой системы, он получает «зачет».

### 5.1. Задания для рубежного контроля

#### Образцы тестов

#### Контрольная работа № 1

Например:

##### 1. Измерение это:

- а) определение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств;
- б) определение значения физической величины расчетным путем с помощью специальных технических средств;
- в) определение значения физической величины путем измерения ее с помощью измерительных преобразователей;
- г) определение значения физической величины расчетным путем.

2. По сложившимся совокупностям измеряемых физических величин измерения можно разделить на:

- а) механические, электрические, радиотехнические, теплотехнические и т.п.;
- б) измерения температуры, давления, расхода, концентрации и т.п.;
- в) прямые, косвенные, совокупные и совместные;
- г) технические, образцовые, эталонные и т.п.

##### 3. Измерительное преобразование это:

- а) отражение одной физической величины (ФВ) размером другой ФВ, функционально с ней связанной;
- б) отражение одной ФВ размером другой ФВ, функционально с ней не связанной;
- в) отражение одной ФВ размером другой ФВ, зависимой от третьей ФВ;
- г) функциональная зависимость между двумя физическими величинами.

#### Контрольная работа № 2

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.

## 5.2. Задания для итогового контроля

### Примеры тестов для проведения зачета

#### Билет № 1

**Случайная погрешность - это:**

- а) погрешность измерения, явно и резко искажающая результат,
- б) погрешность измерения, получающаяся в результате специально созданных условий;
- в) погрешность измерения, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях;
- г) погрешность измерения, существенно превышающая ожидаемую при данных условиях

**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.

**Промех - это:**

- а) погрешность измерения, получающаяся в результате специально созданных условий;
- б) погрешность измерения, явно и резко искажающая результат,
- в) погрешность измерения, существенно превышающая ожидаемую при данных условиях;
- г) погрешность измерения, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях.

**Дополнительной погрешностью измерительного устройства называется:**

- а) погрешности, вызванные отклонением влияющих физических величин от их нормальных значений;
- б) погрешности, вызванные отклонением измеряемой величины от ее нормального значения;
- в) погрешности, вызванные отклонением измеряемых физических величин от их нормальных значений;
- г) погрешности, вызванные отклонением задаваемых величин от их нормальных значений.

**Класс точности измерительных устройств (ИУ) это:**

- а) обобщенная характеристика ИУ, определяемая пределом допускаемой основной погрешности, отражающим уровень их точности, при нормальных условиях;
- б) обобщенная характеристика ИУ, определяемая пределом допускаемой основной погрешности, отражающим уровень их точности, при эксплуатационных условиях;
- в) обобщенная характеристика ИУ, определяемая основной погрешностью, отражающей уровень их точности, в лабораторных условиях;
- г) обобщенная характеристика ИУ, определяемая основной погрешностью, отражающей уровень их точности, при рабочих условиях.

Билет № 2

**По числу измерений, выполняемых для получения результата, измерения можно разделить на:**

- а) с однократным наблюдением (обыкновенные), с многократными наблюдениями (статистические).
- б) измерения технические, контрольно–поверочные, максимально возможной точности;
- в) прямые, косвенные, совокупные и совместные;
- г) технические, образцовые, эталонные.

**Вариацией показаний ИП называют разность между**



- а) наибольшим и наименьшим значениями показаний, соответствующую одному и тому же значению измеряемой величины и полученную при многократном и одностороннем подходе к этому значению;
- б) значениями показаний ИП, соответствующую одному и тому же значению измеряемой величины и полученную при многократном и двустороннем подходе к этому значению.

**Мультипликативная погрешность это погрешность,...**

- а) выражающаяся в несоответствии реальной функции преобразования при прямом и обратном ходе;
- б) остающаяся постоянной при любых значениях измеряемой величины;
- в) линейно возрастающая при увеличении измеряемой величины.

**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.

**Измерение это:**

- а) определение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств;
- б) определение значения физической величины расчетным путем с помощью специальных технических средств;
- в) определение значения физической величины путем измерения ее с помощью измерительных преобразователей;
- г) определение значения физической величины расчетным путем.

**Билет № 3**

**По сложившимся совокупностям измеряемых физических величин измерения можно разделить на:**

- а) механические, электрические, радиотехнические, теплотехнические и т.п.;
- б) измерения температуры, давления, расхода, концентрации и т.п.;
- в) прямые, косвенные, совокупные и совместные;
- г) технические, образцовые, эталонные и т.п.

**Метод непосредственной оценки это:**

- а) метод измерений, в котором значение измеряемой величины определяют по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия;
- б) метод измерений, в котором значение измеряемой величины определяют по отсчетному устройству измерительного прибора косвенного действия;
- в) метод измерений, в котором значение измеряемой величины определяют по отсчетному устройству измерительного прибора совокупного действия;



г) метод измерений, в котором значение измеряемой величины определяют по отсчетному устройству измерительного прибора совместного действия.

**Гистерезисная погрешность-это погрешность,...**

- а) линейно возрастающая при увеличении измеряемой величины;
- б) выражающаяся в несоответствии реальной функции преобразования при прямом и обратном ходе;
- в) остающаяся постоянной при любых значениях измеряемой величины.

**Грубая погрешность - это:**

- а) погрешность измерения, явно и резко искажающая результат,
- б) погрешность измерения, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях;
- в) погрешность измерения, существенно превышающая ожидаемую при данных условиях;
- г) погрешность измерения, получающаяся в результате специально созданных условий.

**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 %.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

### **6.1. Перечень методических указаний по выполнению практических заданий**

- 6.1.1. Волошенко А.В. Теплотехнические измерения и приборы. Задачи для практических занятий. – Томск: Изд. ТПИ, 1986. – 26 с.
- 6.1.2. Волошенко А.В., Гонтарская И.П. Теплотехнические измерения и приборы. Расчет измерительных схем. – Томск: Изд. ТПИ, 1984. – 17 с.

### **6.2. Перечень рекомендуемой литературы**

#### **Основная**



- 6.2.1. Сергеев А.Г., Латышев М.В., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебное пособие. – М.: Логос, – 2001. – 536 с.
- 6.2.2. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология: Учебное пособие для вузов. – М.: Логос, 2000. – 408 с.
- 6.2.3. Сергеев А.Г., Латышев М.В. Сертификация: Учебное пособие. – М.: Логос, 2000. – 248 с.
- 6.2.4. Шишкин И.Ф. Основы метрологии, стандартизации и контроля качества.– М.: Изд. стандартов, 1987. – 320 с.

### **Дополнительная**

- 6.2.5. Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Сборник задач и вопросов по теплотехническим измерениям и приборам. 2-ое издание. – М.: ЭАИ, 1985. – 328 с.
- 6.2.6. Фарзани Н.Г., Илясов Л.В., Азим-Заде А.Ю. Теплотехнические измерения и приборы. – М.: Высшая школа, 1989. – 456 с.
- 6.2.7. Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы: 3-е изд. – М.: Энергия, 1978. – 704 с.