



« УТВЕРЖДАЮ»

Декан ТЭФ

_____ Кузнецов Г.В.

« ___ » _____ 2009 г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ

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, 4.

Семестр 6, 7.

Распределение учебного времени

Лекции	76 часов (ауд.)
Лабораторные занятия	32 часа (ауд.)
Практические занятия	8 часов (ауд.)
Всего аудиторных занятий	116 часов

Самостоятельная работа 140 часов

Курсовой проект в 7 семестре

Общая трудоемкость 256 часов

Экзамен 6, 7 семестры, дифзачет 7 семестр

2009 г.



АННОТАЦИЯ

Данная рабочая программа (РП) определяет объем, содержание, порядок изучения и преподавания дисциплины «Технические измерения и приборы» 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 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.

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 безопасности технологических процессов, охране окружающей среды.

Вследствие этого вопросы изучения технических измерительных преобразователей и приборов, применяемых в теплоэнергетике для контроля температуры, давления, расхода, количества вещества и концентрации, играют основополагающую роль на уровень профессиональной подготовки инженера по автоматизации.

1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины «Технические измерения и приборы» заключается в формировании общего представления, в освоении методов и современных технических средств измерения теплотехнических параметров, методов и технических средств контроля состава и качества технологических сред в теплоэнергетике.

В результате изучения данной дисциплины студент должен знать:

- методы определения и нормирования основных метрологических характеристик типовых измерительных устройств;
- основные методы и средства измерения теплотехнических параметров;
- технические характеристики, принципы работы, конструктивные особенности используемых технических средств измерения;
- технологию проектирования локальных и информационных 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 (поверку и калибровку) измерительных устройств и систем;
- выбирать методы и средства измерения, необходимые для информационного и метрологического обеспечения измерительных систем;
- разрабатывать локальные измерительные системы и информационные 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 выполнению лабораторных работ, учебные пособия по выполнению курсового проекта и другие методические разработки кафедры.

Неотъемлемой частью курса является лабораторный практикум, при прохождении которого студентами приобретаются навыки самостоятельного проведения поверки и калибровки измерительных устройств. 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, а также предусмотрено выполнение курсового проекта на тему «Автоматический контроль и сигнализация парового котла типа ...» или «Автоматический контроль и сигнализация паровой турбины типа ...»

2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Лекции. Шестой семестр (52 часа)

2.1.1 Измерения температуры (26 часов)

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

Термоэлектрические преобразователи, основы теории термопар. Термоэлектрические материалы. Стандартные термоэлектрические преобразователи. Поправка на температуру свободных концов термопары. Компенсационные провода. Пирометрические милливольтметры. Компенсационный метод измерения термо-ЭДС. Лабораторные и автоматические потенциометры. Нормирующие преобразователи термо-ЭДС.



Термопреобразователи сопротивления. Стандартные термопреобразователи сопротивления. Мостовые методы измерения сопротивления. Автоматические уравновешенные мосты. Неуравновешенные мосты. Магнитоэлектрические логометры. Нормирующие преобразователи сопротивления.

Теоретические основы измерения температуры по тепловому излучению. Принцип действия и устройство оптических, фотоэлектрических, цветковых и радиационных пирометров. Метрологическое обеспечение температурных измерений.

2.1.2 Измерение давления и разности давлений (6 часов)

Общие сведения об измерении давления, классификация средств измерения давления и разности давлений. Жидкостные манометры и дифференциальные манометры. Деформационные средства измерения давления и разности давлений. Электроконтактные манометры и вакуумметры. Основные сведения о выборе, установке и защите приборов давления от агрессивных сред.

2.1.3 Системы передачи измерительной информации (10 часов)

Деформационные измерительные преобразователи давления. Дифференциально – трансформаторная система передачи измерительной информации. Передающие преобразователи с компенсацией магнитных потоков. Передающие преобразователи с тензорезисторами. Ферродинамические преобразователи и система дистанционной передачи. Электросиловые системы передачи измерительной информации с унифицированными входными сигналами. Измерительные приборы. Метрологическое обеспечение средств измерения давления. Грузопоршневые манометры. Измерительные преобразователи давления цифровые.

2.1.4 Измерение расхода жидкости, газа, пара и тепловой энергии (10 часов)

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

2.2. Лекции. Седьмой семестр (24 час)

2.2.1 Измерение расхода жидкости, газа, пара и тепловой энергии (6 час)



Расходомеры постоянного перепада давления (ротаметры). Электромагнитные, ультразвуковые и тахометрические преобразователи расхода. Измерение количества тепловой энергии, Тепломеры и тепловычислители. Метрологическое обеспечение средств измерения расхода.

2.2.2. Измерение уровня жидкостей и сыпучих материалов (10 час)

Классификация методов измерения уровня. Измерение уровня жидкостей поплавковыми, буйковыми, барботажными и гидростатическими уровнемерами. Электрические средства измерения уровня. Измерение уровня жидкости в сосудах под давлением. Метрологическое обеспечение средств измерения уровня.

2.2.2 Анализ состава многокомпонентных газовых смесей (6 час)

Общие сведения об измерении состава газа. Объемный (химический), термокондуктометрический и термомагнитный газоанализаторы. Метрологическое обеспечение средств измерения состава газовых смесей.

2.2.3 Применение цифровых приборов и цифровой вычислительной техники для технологических измерений на ТЭС (2 час)

Преобразователи информации в цифровых средствах измерения. Цифровые индикаторы и цифровые отсчетные устройства. Измерительные цифровые приборы. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Применение средств вычислительной техники в измерительных системах ТЭС.

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Лабораторные занятия. Шестой семестр (8 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. Изучение потенциометра ПП-63. (2 час).

3.1.3. Поверка термопреобразователей сопротивления (2 час).

3.1.4. Поверка технических термоэлектрических преобразователей. (2 час).

3.2. Практические занятия. Шестой семестр (8 часов)

3.2.1. Расчет измерительной схемы автоматического потенциометра (2 часа).

3.2.2. Расчет измерительной схемы автоматического моста (2 часа).



- 3.2.3. Расчет сужающего устройства для измерения расхода пара (2 часа).
- 3.2.4. Оценка погрешностей измерения расхода перегретого пара (2 часа).

3.3. Лабораторные занятия. Седьмой семестр (24 часа)

- 3.3.1. Вводное занятие. Вопросы техники безопасности при выполнении лабораторных работ. Методика поверки (калибровки) средств измерений. Обработка результатов поверки. Оформление отчетов (2 час).
- 3.3.2. Поверка пирометрических милливольтметров (4 час).
- 3.3.3. Изучение и поверка автоматических потенциометров (2 час).
- 3.3.4. Изучение и поверка логометров (2 час).
- 3.3.5. Изучение и поверка автоматических приборов с мостовой и компенсационной измерительной схемой (4 час).
- 3.3.6. Изучение и поверка технических манометров (4 час).
- 3.3.7. Изучение и поверка мембранных тягонапорометров (2 час).
- 3.3.8. Изучение и испытание комплекта расходомера (4 час).

4. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

Седьмой семестр (85 часов самостоятельной работы)

Тема проекта

«Автоматический контроль и сигнализация парового котла типа ...»

«Автоматический контроль и сигнализация паровой турбины типа ...»

Содержание пояснительной записки

- 4.1. Технические характеристики объекта (парового котла или турбины).
- 4.2. Анализ средств измерений температуры, давления и расхода.
- 4.3. Метрологическое обоснование выбора технических средств измерений температуры, давления и расхода.
- 4.4. Составление заказной спецификации на средства измерения технологических параметров.
- 4.5. Расчет первичных преобразователей расходомеров переменного перепада давлений.
- 4.6. Расчет погрешностей измерения расхода расходомерами переменного перепада давлений.
- 4.7. Конструкторская разработка крепления и расчет размеров первичного преобразователя расходомера.

Объем пояснительной записки к курсовому проекту 40 - 45 страниц рукописного текста.



Графическая часть

Графическая часть курсового проекта содержит 2 листа формата А1:

- функциональная схема автоматического контроля и сигнализации - 1 лист;
- сборочный чертеж установки сужающего устройства на трубопроводе, детализовка и схема его трубных соединений с преобразователем - 1 лист.

5. ПРОГРАММА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОЗНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов состоит в проработке лекционного материала, подготовке к практическим занятиям и лабораторным занятиям, в выполнении индивидуальных домашних заданий и курсового проекта. Она составляет 140 часа и включает следующие пункты:

- 1) проработка курса лекций и подготовка к практическим занятиям (30 часов),
- 2) решение индивидуального домашнего задания (5 часа),
- 3) подготовки к лабораторным занятиям (20 часов),
- 4) выполнение курсового проекта (85 часов).

Самостоятельная (аудиторная) работа студентов состоит в выполнении контрольных работ, решении задач, защите отчетов по лабораторным работам, в работе со справочной, методической и нормативной литературой, в подготовке докладов к ежегодной студенческой научной конференции.

Для самостоятельной внеаудиторной работы преподавателями кафедры изданы 3 учебных пособия и 3 методических указания для выполнения курсового проекта, одно учебное пособие для подготовки и выполнения лабораторных работ, 2 методических указания для выполнения практических задач. Лабораторные работы выполняются в специализированной лаборатории «Теплотехнических измерений» расположенной в 219 аудитории 4 корпуса.

6. ТЕКУЩИЙ И ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении курса «Технические измерения и приборы» используется рейтинговая система оценки знаний студентов. В течение каждого семестра студент может набрать 1000 баллов.



Максимальная рейтинговая оценка составляет 1000 баллов каждый семестр. В нее входят: 1) рейтинг посещения и проработки лекций; 2) рейтинг практических занятий; 3) рейтинг лабораторных работ; 4) рейтинг рубежного контроля; 5) рейтинг экзаменов.

Весовой коэффициент каждого из видов занятий определяется для каждого семестра индивидуально и оформляется в виде рейтинг - плана. Ежегодный индивидуальный подход к формированию рейтинг - планов объясняется тем, что периодически производятся изменения в учебном плане.

В шестом семестре теоретический материал разбит на 3 модуля и для рубежного контроля проводится 3 контрольные работы. По окончании семестра проводится экзамен. Если рейтинг студента за семестр превышает 900 баллов, что соответствует оценке «отлично» по всем контрольным работам, своевременно выполненным и сданным лабораторным работам и практическим заданиям, преподаватель имеет право выставить студенту оценку «отлично» без сдачи экзамена.

В седьмом семестре теоретический материал разбит на 3 модуля и для рубежного контроля проводится 3 контрольные работы. По окончании семестра проводится экзамен. Если рейтинг студента за семестр превышает 900 баллов, что соответствует оценке «отлично» по всем контрольным работам, своевременно выполненным и сданным лабораторным работам и практическим заданиям, преподаватель имеет право выставить студенту оценку «отлично» без сдачи экзамена.

Выполнение курсового проекта производится путем проставления % за каждый раздел, согласно учебно-методической карты. По результатам защиты курсового проекта выставляется дифференцированный зачет.

6.1. Материалы текущего и рубежного контроля

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 температу-



ры, 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 регистрации 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.

6.2. Материалы итогового контроля

Перечень вопросов по дисциплине «Технические измерения и приборы»

Часть 1.

Измерение температуры

1. Понятие о температуре и температурных шкалах.



2. Классификация измерительных устройств, предназначенных для измерения температуры.
3. Назначение, устройство, принцип действия, разновидности, метрологические характеристики и поверка ЖСТ.
4. Назначение, устройство, принцип действия, разновидности, метрологические характеристики и поверка МТ.
5. Принцип действия термопары, уравнение термопары, материалы термоэлектродов стандартных ТЭП.
6. Влияние включения 3-го проводника в цепь термопары, введение поправки на температуру свободных концов термопары.
7. Требования, предъявляемые к термоэлектродам термопар и НСХ стандартных ТЭП.
8. Устройство ТЭП, метрологические характеристики и поверка ТЭП.
9. Введение поправки на температуру холодных концов ТЭП, компенсационные провода, схемы подключения ИП к ТЭП.
10. Назначение, устройство, принцип действия и метрологические характеристики пирометрических милливольтметров.
11. Компенсационный метод измерения ТЭДС и его применение в схемах лабораторных потенциометров (2 – контура).
12. Компенсационный метод измерения ТЭДС и его применение в схемах лабораторных потенциометров (3 – контура).
13. Назначение, устройство, принцип действия автоматического электронного потенциометра.
14. Назначение, устройство, принцип действия и номинальные статические характеристики стандартных ТПС.
15. Метрологические характеристики, устройство, схемы и разновидности стандартных ТПС.
16. 2-х и 3-х проводная схемы подключения ТПС в мостовую схему, их преимущества и недостатки.
17. 4-х проводная схема подключения ТПС в мостовую схему и схемы стандартных ТПС.
18. Назначение, устройство, принцип действия автоматического электронного моста.
19. Назначение, устройство, принцип действия логометра и его поверка.
20. Теоретические основы измерения температуры по излучению.
21. Назначение, устройство, принцип действия оптических пирометров.
22. Назначение, устройство, принцип действия радиационных пирометров.

Измерение давления



23. Измерение давления. Основные понятия и классификация СИ для измерения давления.
24. Назначение, устройство, принцип действия U-образных и чашечных жидкостных манометров.
25. Назначение, устройство, принцип действия чашечных манометров и микроманометров.
26. Структурные схемы манометров и конструкции упругих ЧЭ, применяемых в ИУ для измерения давления и других параметров.
27. Назначение, устройство, принцип действия манометров с одновитковой трубчатой пружиной.
28. Разновидности выпускаемых манометров с одновитковой трубчатой пружиной.
29. Назначение, устройство, принцип действия преобразователей давления с ДТП.
30. Назначение, устройство, принцип действия манометров 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. Конструкции диафрагм, способы отбора перепада давления, расчет конструктивных размеров.
36. Конструкции сопел, способы отбора перепада давления, расчет конструктивных размеров.
37. Схемы соединения СУ с промежуточным преобразователем при измерении расхода жидкости.
38. Схемы соединения СУ с промежуточным преобразователем при измерении расхода перегретого пара.
39. Схемы соединения СУ с промежуточным преобразователем при измерении расхода газа.
40. Коэффициент расхода.
41. Поправочный множитель на расширение измеряемой среды.
42. Оценка погрешностей измерения расхода.
43. Классификация и структурные схемы расходомеров переменного перепада давления.

Перечень вопросов по дисциплине «Технические измерения и приборы»



Часть 2.

Измерение расхода

44. Назначение, устройство, принцип действия ротаметров.
45. Назначение, устройство, принцип действия турбинных преобразователей расхода.
46. Назначение, устройство, принцип действия шариковых преобразователей расхода.
47. Назначение, устройство, принцип действия ультразвуковых преобразователей расхода.
48. Методика расчета сужающих устройств.
49. Измерение тепловой энергии. Назначение, устройство, принцип действия теплосчетчиков.

Измерение уровня

50. Классификация уровнемеров и краткая их характеристика.
51. Назначение, устройство, принцип действия уровнемеров с визуальным отсчетом.
52. Назначение, устройство, принцип действия поплавковых уровнемеров.
53. Назначение, устройство, принцип действия буйковых уровнемеров.
54. Назначение, устройство, принцип действия барботажных уровнемеров.
55. Измерение уровня в открытом резервуаре гидростатическим уровнемером.
56. Измерение уровня в резервуаре под давлением гидростатическим уровнемером с однокамерным уравнительным сосудом.
57. Измерение уровня в резервуаре под давлением гидростатическим уровнемером с двухкамерным уравнительным сосудом.
58. Измерение уровня в резервуаре под давлением гидростатическим уровнемером с комбинированным уравнительным сосудом.
59. Назначение, устройство, принцип действия емкостных уровнемеров.
60. Назначение, устройство, принцип действия акустических уровнемеров.
61. Измерение уровня сыпучих тел. Назначение, устройство, принцип действия массовых и лотовых уровнемеров.

Измерение концентрации

62. Назначение, устройство, принцип действия механических газоанализаторов.
63. Назначение, устройство, принцип действия одномостовых тепловых газоанализаторов.
64. Назначение, устройство, принцип действия двухмостовых тепловых газоанализаторов.



- 65. Контроль состава дымовых газов.
- 66. Теоретические основы работы термомагнитных газоанализаторов.
- 67. Назначение, устройство, принцип действия первичного преобразователя термомагнитного газоанализатора.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

7.1. Перечень методических пособий и указаний по выполнению курсового проекта

- 7.1.1. Волошенко А.В. Описание принципиальных схем паровых котлов и топливоподачи. – Томск: Изд. ТПУ, 1999. – 70 с.
- 7.1.2. Волошенко А.В., Тарабановский А.Т. Технологические схемы паровых турбин. – Томск: Изд. ТПИ, 1984. – 21 с.
- 7.1.3. Волошенко А.В., Медведев В.В. Технологические измерения и приборы. Курсовое проектирование. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 120 с.
- 7.1.4. Волошенко А.В. Проектирование систем автоматического контроля и регулирования: учебное пособие/ А.В. Волошенко, Д.Б. Горбунов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 109 с.
- 7.1.5. Волошенко А.В., Медведев В.В. Технические средства измерения температуры на объектах теплоэнергетики. – Томск: Изд. ТПУ, 1995. – 26 с.
- 7.1.6. Волошенко А.В., Медведев В.В. Технические средства измерения давления и расхода на объектах теплоэнергетики. – Томск: Изд. ТПУ, 1995. – 36 с.

7.2. Перечень методических указаний по выполнению практических заданий

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



7.3. Перечень методических пособий по выполнению лабораторных работ

7.3.1. 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.

7.4. Перечень рекомендуемой литературы

Основная

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

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

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

7.4.4. 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.

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

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

Дополнительная

7.4.7. Автоматический контроль водно-химического режима ТЭС /Живилова Л.М., Назаренко П.Н., Маркин Г.П. – М.: Энергия, 1979. – 224 с.

7.4.8. Живилова Л.М., Маркин Г.П. Автоматический химический контроль теплоносителя ТЭС. – М.: ЭАИ, 1985. – 304 с.

7.4.9. Кончаловский В.Ю. Цифровые измерительные устройства. – М.: ЭАИ, 1985. – 304 с.

7.4.10. Гохберг Ж.Л., Захаров М.С. Методы и приборы автоматического контроля выбросов ТЭС. – М.: ЭАИ, 1986. – 144 с.