

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.О.22

Метрология, технологические измерения и автоматизация

Учебный план: _____ ФГОС3++b130301ЭТ-3_23-14.plx

Кафедра: Автоматизации технологических процессов и производств

Направление подготовки:
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:
(специализация) Энергетика теплотехнологий

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

| Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа обучающихся | | | Сам. работа | Контроль, час. | Трудоё мкость, ЗЕТ | Форма промежуточной аттестации |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------|----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| | Лекции | Практ. занятия | Лаб. занятия | | | | |
| 6 | УП | 24 | 24 | 12 | 47,75 | 0,25 | Зачет |
| | РПД | 24 | 24 | 12 | 47,75 | 0,25 | |
| Итого | УП | 24 | 24 | 12 | 47,75 | 0,25 | |
| | РПД | 24 | 24 | 12 | 47,75 | 0,25 | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Рожков В.И.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизации
технологических процессов и производств

Ковалев Д.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сморозин С.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области метрологии, технических измерений и автоматизации тепловых процессов.

1.2 Задачи дисциплины:

- Научить студентов формулировать требования к выбору измерительных средств и средств автоматизации для конкретной задачи из имеющегося стандартного набора оборудования, правильно оценивать погрешности технических средств измерения и результатов измерений в технике и научных исследованиях.
- Решать вопросы информационного обеспечения АСУ ТП ТЭС.
- Формулировать требования к разрабатываемым системам автоматизации тепловых процессов

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Котельные установки и парогенераторы

Математика

Теоретическая механика

Учебная практика, ознакомительная практика

Физика

Информатика

Электротехника и электроника

Прикладная механика

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-5: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники

Знать: Методы и средства измерений, цифровые измерительные приборы; назначение и принцип действия средств измерения; оценку погрешностей при измерениях, информационно-измерительные системы, методики проведения теплотехнических измерений; основы теории автоматического управления производственными процессами.

Уметь: Выбирать средства измерений применительно к объектам профессиональной деятельности, проводить измерения величин, обрабатывать результаты измерений и оценивать их погрешность

Владеть: Навыками проведения измерений величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий | Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа | | | СР (часы) | Инновац. формы занятий | Форма текущего контроля |
|---|------------------------|-------------------|------------|-------------|-----------|------------------------|-------------------------|
| | | Лек. (часы) | Пр. (часы) | Лаб. (часы) | | | |
| Раздел 1. Основы теории измерений | | | | | | | |
| <p>Тема 1. Понятие величины измерения и результата измерений. Система СИ. Классификация измерений и методов измерений. Лабораторная работа № 1: Мембранный пневматический преобразователь МПП-16 Лабораторная работа № 2: Изучение процесса изменения избыточного давления в измерительном ресивере при изменении температуры Лабораторная работа № 3: Изучение процесса изменения избыточного давления в измерительном ресивере при изменении температуры Лабораторная работа № 4: Изучение работы вакуумного эжектора Лабораторная работа № 5: Изучение процесса автоматического управления: поддержание постоянного давления в измерительном ресивере с помощью персонального компьютера Лабораторная работа № 6: Изучение работы приборов измерения температуры Лабораторная работа № 7: Исследование динамических характеристик терморезистивного преобразователя Лабораторная работа № 8: Исследование работы стрелочного деформационного манометра</p> | 6 | 2 | 2 | 4 | 4 | ГД | Л |
| <p>Тема 2. Погрешности, систематизация погрешностей, погрешности измерительных устройств, классы точности приборов. Лабораторная работа № 9: Нормирующий преобразователь ПТ-ТС-68 Лабораторная работа №10: Исследование работы датчик давления деформационного мембранного типа Лабораторная работа № 11: Исследование характеристик датчика давления пьезорезистивного типа Лабораторная работа № 12: Исследование объемного способа измерения расхода воды</p> | | 2 | 2 | 4 | 4 | ГД | |

| | | | | | | |
|--|---|---|---|---|----|------|
| <p>Тема 3. Государственная система приборов и средств автоматизации (ГСП). Разработка современных методов нормирования метрологических характеристик систем измерения.</p> | 2 | | | 1 | | |
| <p>Раздел 2. Методы измерения температуры, уровня, давления, расхода</p> | | | | | | |
| <p>Тема 4. Общие сведения о температурных шкалах и единицах измерения температуры. Классификация приборов измеряющих температуру. Термометры расширения. Манометрические термометры. Термометры сопротивления. Термoeлектрические термометры. Приборы, работающие в комплекте с термометрами сопротивления и термопарами, стандартные градуировки. Лабораторная работа № 13: Исследование способа измерения расхода воды по показаниям счетчика воды Лабораторная работа № 14: Исследование способа измерения расхода воды по величине падения давления на мерной диафрагме Лабораторная работа № 15: Исследование способа измерения расхода воздуха по величине падения давления на мерной диафрагме Лабораторная работа № 16: Исследование способа измерения расхода воздуха по показаниям ротаметра, изучение принципа действия ротаметра Лабораторная работа № 17: Исследование способ измерения расхода воздуха по показаниям расходомера с цифровой индикацией Лабораторная работа № 18: Исследование работы компрессора и снятие его характеристик.</p> | 2 | 2 | 4 | 6 | ГД | Л,ДЗ |
| <p>Тема 5. Измерение давления, уровня, расхода. Единицы измерения давления. Жидкостные манометры и дифманометры. Манометры с упругими чувствительными элементами. Преобразователи давления. Системы дистанционной передачи сигналов. Электроконтактные манометры. Манометры с тензопреобразователями. Основные сведения об установке манометров и дифманометров. Принцип действия и конструкция тягонапоромеров</p> | 2 | 2 | | 4 | | |

| | | | | | | |
|--|---|---|--|---|----|---|
| <p>Тема 6. Измерение уровня в сосудах, находящихся под давлением. Буйковые, поплавковые, емкостные, пьезометрические уровнемеры и т.д. Разновидности электронных уровнемеров: ультразвуковые, радиочастотные и т.д. Принципы работы, области применения.</p> | 2 | 2 | | 6 | | |
| <p>Тема 7. Основы теории измерения расхода расходомерами переменного перепада давления. Виды сужающих устройств. Расходомеры постоянного перепада давления. Тахометрические и индукционные расходомеры, вихревые и ультразвуковые расходомеры. Расходомеры Вентури. Области применения.</p> | 2 | 2 | | 4 | ГД | |
| <p>Раздел 3. Информационно-измерительные системы в теплоэнергетике (ИИС). Методы анализа газов и растворов</p> | | | | | | |
| <p>Тема 8. Основные сведения из информационной теории измерений. Алгоритмы обработки измерительной информации. Циклограммы. Масштабирование, квантование и дискретизация измерительных сигналов. Применение микропроцессорной техники в процессе проведения измерений.</p> | 2 | 2 | | 4 | | |
| <p>Тема 9. Методы анализа газов и растворов. Разновидности и типы газоанализаторов, применяемых в теплоэнергетике. Объемные химические газоанализаторы Термокондуктометрические, термохимические и магнитные газоанализаторы. Хроматографические газоанализаторы для анализа многокомпонентных газовых смесей. Классификация методов, используемых для анализа растворов. Кондуктометрические методы анализа, схемы и принцип действия контактных и бесконтактных кондуктометров. Потенциометрические методы анализа растворов. Измерительная схема pH-метров.</p> | 2 | 2 | | 4 | | О |
| <p>Раздел 4. Основные понятия теории управления и регулирования.</p> | | | | | | О |

| | | | | | | |
|---|----|-------|----|-------|----|----|
| Тема 10. Задачи и методы исследования САУ. Структурные схемы. Статические и динамические характеристики. Передаточные функции. Частотные характеристики. Математическое описание объектов управления. Типовые, линейные звенья. Классификация АСР. | 2 | 2 | | 4 | ГД | |
| Тема 11. Критерии устойчивости. Критерии качества. Типовые законы регулирования. Релейные и непрерывные регуляторы. П-регулятор. ПИ- и ПИД-регуляторы. Сфера применения в теплоэнергетике. | 2 | 4 | | 4 | | |
| Раздел 5. Основы теории автоматического управления теплоэнергетическими процессами. | | | | | | |
| Тема 12. Автоматизация барабанных котлов. Особенности динамики, основные регулируемые участки: регулирование горения, температуры, разряжения давления, парообразования. Схемы автоматизации вспомогательного оборудования ТЭС. | 1 | 1 | | 1,75 | | ДЗ |
| Тема 13. Автоматизация прямоточных котлов. Особенности динамики, основные регулируемые участки: регулирование горения, температуры, разряжения давления, парообразования. Схемы автоматизации вспомогательного оборудования ТЭС | 1 | 1 | | 1 | | |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | 24 | 24 | 12 | 47,75 | | |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет) | | 0,25 | | | | |
| Всего контактная работа и СР по дисциплине | | 60,25 | | 47,75 | | |

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения | Наименование оценочного средства |
|-----------------|--|---|
| ОПК-5 | Имеет представление о методах и средствах измерений их назначения и принцип действия, методиках оценки погрешностей при измерениях. Владеет навыками анализа и выбора средств измерений, проводит | Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания |

| | | |
|--|---|--|
| | измерения физических величин и оценивает погрешность результатов измерений. Уверенно демонстрирует навыки проведения измерений физических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники и интерпретирует полученные результаты. | |
|--|---|--|

5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций | |
|------------------|---|-------------------|
| | Устное собеседование | Письменная работа |
| Зачтено | <p>Хорошо знает методы, методики и средства измерения, цифровые измерительные приборы; о назначении и принципе действий средств измерения; об оценке погрешностей при измерениях, информационно-измерительные системы, методики проведения теплотехнических измерений; основы теории автоматического управления производственными процессами. Способен оценить и выбрать средства измерений применительно к объектам профессиональной деятельности, проводить измерения физических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность с допущением незначительных ошибок. Способен логично мыслить, способен системно излагать материал, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем. Выполняет задание с некоторыми незначительными ошибками.</p> | |
| Не зачтено | <p>Не знает методы, методики и средства измерения, цифровые измерительные приборы; о назначении и принципе действий средств измерения; об оценке погрешностей при измерениях, информационно-измерительные системы, методики проведения теплотехнических измерений; основы теории автоматического управления производственными процессами. Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий. Не выполнил задание.</p> | |

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п | Формулировки вопросов |
|-----------|---|
| Семестр 6 | |
| 1 | Основные понятия метрологии. Погрешности измерения. |
| 2 | Основные понятия метрологии. Характеристика автоматических средств измерения. |
| 3 | Измерение температуры. Термометры расширения. |

| | |
|----|---|
| 4 | Манометрические термометры. |
| 5 | Термопреобразователи сопротивления. |
| 6 | Измерение уровня. Механические уровнемеры. Электронные уровнемеры. |
| 7 | Ротаметры, Тягонапоромеры |
| 8 | Гидростатические и пьезоэлектрические уровнемеры. |
| 9 | Ультразвуковые и радиочастотные уровнемеры. Конструкция, принцип действия, области применения. |
| 10 | Способы измерения давления. |
| 11 | Датчики и первичные преобразователи давления. |
| 12 | Способы измерения расхода. |
| 13 | Расходомеры переменного перепада давления. |
| 14 | Электромагнитные расходомеры: типы, конструктивные особенности, достоинства и недостатки, области применения. |
| 15 | Расходомеры ультразвуковые: типы, конструктивные особенности, достоинства и недостатки, области применения. |
| 16 | Тахометрические расходомеры: типы, конструктивные особенности, достоинства и недостатки, области применения. |
| 17 | Вихревые расходомеры: типы, конструктивные особенности, достоинства и недостатки, области применения. |
| 18 | Способы измерения уровня. Механические, радиочастотные, ультразвуковые и другие типы уровнемеров. |
| 19 | Измерение концентраций пыли в газоходах и в воздухе. Пылемеры. |
| 20 | Тепловизоры: типы, конструктивные особенности, способы применения в теплоэнергетике. |
| 21 | Релейные и непрерывные регуляторы. П-регулятор. ПИ- и ПИД-регуляторы. Сфера применения в теплоэнергетике. |
| 22 | Приборы тепловой автоматики зданий. |
| 23 | Приборы учета тепловой энергии зданий и сооружений. |

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовая задача №1. В производственном цеху установлен термометр со шкалой 20 100°C. При действительной температуре 30 °С термометр показывает 29,4°C. Определить приведенную относительную погрешность измерения.

Типовая задача №2. Для измерения силы тока используется миллиамперметр с равномерной шкалой, разделенной на 50 интервалов. Нижний предел измерения $I_n = -10$ верхний $I_v = +10$. Определить цену деления шкалы и чувствительность миллиамперметра.

Типовая Задача №3: Определить пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерительного прибора класса точности 0,5 с диапазоном измерений от 25 мВ до 50 мВ.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная + Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Время на подготовку ответа на зачете - 15 минут;
- Возможность пользоваться справочными материалами, калькулятором.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

| Автор | Заглавие | Издательство | Год издания | Ссылка |
|---|---|--|-------------|---|
| 6.1.1 Основная учебная литература | | | | |
| Радкевич, Я. М., Схиртладзе, А. Г., Лактионов, Б. И. | Метрология, стандартизация и сертификация | Саратов: Вузовское образование | 2019 | https://www.iprbooks.hop.ru/79771.html |
| Димов Ю. В. | Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов. 4-е изд. Стандарт третьего поколения. | Санкт-Петербург: Питер | 2018 | https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=21607 |
| 6.1.2 Дополнительная учебная литература | | | | |
| В.И. Рожков | Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов [Текст] : учебно- практическое пособие | М-во науки и высшего образования РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД | 2019 | http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttxpr/1573563982.pdf |
| В.И. Рожков, М.И. Щагина | Метрология, технические измерения и автоматизация: практикум по проведению лабораторных работ на лабораторно- исследовательском стенде ДД-ИПД-011-9ЛР, Часть 1 | М-во науки и высшего образования РФ, С.- Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.-Санкт- Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД | 2020 | http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttxpr/1611395417.pdf |
| В.И. Рожков, Г.П. Буйлов | Метрология, технические измерения и автоматизация: практикум по проведению лабораторных работ на лабораторно- исследовательском стенде ИПДРТ4, Часть 2 | М-во науки и высшего образования РФ, С.- Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.-Санкт- Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД | 2020 | http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttxpr/1611395358.pdf |
| И.В. Бондаренкова [и др.] | Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]: учебно-методическое пособие | М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП | 2009 | http://www.nizrp.narod.ru/metrstandsertif.htm |
| Соколов В. П. | Метрология. Поверка и калибровка универсальных средств измерений | Санкт-Петербург: СПбГУПТД | 2019 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019194 |
| Беленький, А. М., Бурсин, А. Н., Курносов, В. В., Чибизова, С. И., Шатохин, К. С., Беленького, А. М. | Метрология и теплотехнические измерения | Москва: Издательский Дом МИСиС | 2018 | http://www.iprbooks.hop.ru/98203.html |
| Г.А. Кондрашкова [и др.] | Метрология [Текст]: учебное пособие | М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП | 2011 | http://www.nizrp.narod.ru/metrologia.htm |

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

Портал для официального опубликования стандартов Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс]. URL: <http://standard.gost.ru/wps/portal/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

Adobe: Lightroom 6 AcademicEdition License International English Multiple Platforms

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Аудитория | Оснащение |
|----------------------|--|
| Б-407а | Пневматические стенды для работы с ПЭП и ЭПП, мембранным приводом, прибором простейших арифметических операций, стенд для работы с преобразователем сопротивления в унифицированный токовый сигнал |
| Б-401 | Лабораторные стенды для работы с контроллерами Ремикон, Контар, Омрон, Минитерм, Simens, специализированная мебель, доска, мультимедийное оборудование |
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |
| Учебная аудитория | Специализированная мебель, доска |