

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕТРОЛОГИЯ И ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

| | |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Обязательная |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.О.28 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 7 семестр - 3; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 108 часов |
| Лекции | 7 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | не предусмотрено учебным планом |
| Лабораторные работы | 7 семестр - 16 часов; |
| Консультации | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| Самостоятельная работа | 7 семестр - 59,7 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Тестирование Лабораторная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 7 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|----------------------------------------------------|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Долбикова Н.С. |
| | Идентификатор | Re789edb1-DolbikovaNS-479113b |

(подпись)

Н.С. Долбикова

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Митрохова О.М. |
| | Идентификатор | R1d0f453c-FichoriakOM-ee811867 |

(подпись)

О.М.
Митрохова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|----------------------------------------------------|-----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Грибин В.Г. |
| | Идентификатор | R44612ca0-GribinVG-8231e2ff |

(подпись)

В.Г. Грибин

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины является изучение основных понятий метрологии, принципов, методов и технических средств измерения основных теплотехнических величин

Задачи дисциплины

- освоение базовых понятий метрологии, методик оценки погрешности результатов измерений;
- освоение базовых методов и средств измерения теплотехнических величин.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-6 способен проводить измерения физических величин, определяющих работу энергетических машин и установок | ИД-1 _{ОПК-6} Демонстрирует знание единиц измерения физических величин, основных методов их измерения | знать: - основные понятия метрологии, системные и несистемные единицы измерения физических величин; виды и методы измерений теплотехнических величин; уметь: - измерять основные параметры технологического объекта с помощью измерительных приборов общепромышленного назначения. |
| ОПК-6 способен проводить измерения физических величин, определяющих работу энергетических машин и установок | ИД-2 _{ОПК-6} Выполняет измерения физических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает погрешность | знать: - методики обработки результатов измерений, расчет погрешностей СИ, способы их устранения. уметь: - оценивать погрешность измерений и определять параметры, влияющие на их точность. |
| ОПК-6 способен проводить измерения физических величин, определяющих работу энергетических машин и установок | ИД-3 _{ОПК-6} Демонстрирует знание принципов действия средств измерения электрических и неэлектрических величин | знать: - принципы действия и устройство типовых приборов для измерения электрических и неэлектрических величин. уметь: - уметь выбирать методы измерений, определяющих работу энергетических машин и установок и определять метрологические характеристики средств измерения (СИ) в заданных единицах. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Физика, Химия, Термодинамика и тепло- и массообмен, Электротехника и электроника

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | | |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------|----------------------------------------------------------------------|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | |
| 1 | Метрология, основные понятия и определения. Способы обеспечения единства измерений | 11 | 7 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 7 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Проработка материалов лекции и подготовка к тестированию по теме 1 " Метрология, основные понятия и определения. Способы обеспечения единства измерений"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 21 - 61</p> | | |
| 1.1 | Метрология, основные понятия и определения. Способы обеспечения единства измерений | 11 | | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | 7 | | - | |
| 2 | Элементы теории погрешностей | 11 | | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | 7 | | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Проработка материалов лекции и подготовка к тестированию по теме 2 " Элементы теории погрешностей"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 17-33 [4], 8 - 24</p> |
| 2.1 | Элементы теории погрешностей | 11 | | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | 7 | | - | |
| 3 | Общие сведения о методах измерения температуры. Термопреобразователи и сопротивления. Элементы теории терморезисторов, термоэлектрические преобразователи | 25 | | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 13 | | - | <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы. По Методическим указаниям" подготовить Протокол для выполнения лабораторной в соответствии с Указаниями, так же изучить вопросы вариантов обработки результатов измерений.</p> <p><u>Изучение материалов литературных</u></p> |
| 3.1 | Общие сведения о | 25 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 13 | - | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | методах измерения температуры. Термопреобразователи и сопротивления. Элементы теории термодинамики, термоэлектрические преобразователи | | | | | | | | | | | | <u>источников:</u> [2], 5 - 23 |
| 4 | Общие сведения об измерении давления, разности давлений, измерение уровня | 19 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 11 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы. По Методическим указаниям" подготовить Протокол для выполнения лабораторной в соответствии с Указаниями, так же изучить вопросы вариантов обработки результатов измерений. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 24 -30, 65 - 73 |
| 4.1 | Общие сведения об измерении давления, разности давлений, измерение уровня | 19 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 11 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы. По Методическим указаниям" подготовить Протокол для выполнения лабораторной в соответствии с Указаниями, так же изучить вопросы вариантов обработки результатов измерений. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 24 -30, 65 - 73 |
| 5 | Общие сведения об измерении расхода и теплоты | 17 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 9 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы. По Методическим указаниям" подготовить Протокол для выполнения лабораторной в соответствии с Указаниями, так же изучить вопросы вариантов обработки результатов измерений. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 31 - 36, 49 - 54 |
| 5.1 | Общие сведения об измерении расхода и теплоты | 17 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 9 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы. По Методическим указаниям" подготовить Протокол для выполнения лабораторной в соответствии с Указаниями, так же изучить вопросы вариантов обработки результатов измерений. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 31 - 36, 49 - 54 |
| 6 | Методы и средства анализа жидкостей. Методы и средства анализа состава газов | 24.7 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 12.7 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы. По Методическим указаниям" подготовить Протокол для выполнения лабораторной в соответствии с Указаниями, так же изучить |
| 6.1 | Методы и средства анализа жидкостей. Методы и средства | 24.7 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 12.7 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы. По Методическим указаниям" подготовить Протокол для выполнения лабораторной в соответствии с Указаниями, так же изучить |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------|-----------|-----------|---|---|---|---|---|------------|-------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | анализа состава газов | | | | | | | | | | | | вопросы вариантов обработки результатов измерений. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 37 - 47 |
| | Зачет с оценкой | 0.3 | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | - | |
| | Всего за семестр | 108.0 | 32 | 16 | - | - | - | - | - | 0.3 | 59.7 | - | |
| | Итого за семестр | 108.0 | 32 | 16 | - | - | - | - | - | 0.3 | 59.7 | - | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Метрология, основные понятия и определения. Способы обеспечения единства измерений

1.1. Метрология, основные понятия и определения. Способы обеспечения единства измерений

Метрология, основные понятия и определения. Способы обеспечения единства измерений. Физическая величина. Прямые, косвенные, совокупные, совместные измерения. Эталоны и рабочие средства измерений. Классификация средств измерения по их технической структуре: измерительные приборы и преобразователи, измерительные комплекты, измерительные системы и измерительные каналы..

2. Элементы теории погрешностей

2.1. Элементы теории погрешностей

Элементы теории погрешностей. Количественная оценка погрешностей. Разновидности погрешностей: систематические и случайные, аддитивные и мультипликативные. Метрологические характеристики средств измерения. Оценка погрешностей при прямых и косвенных технических измерениях..

3. Общие сведения о методах измерения температуры. Термопреобразователи сопротивления. Элементы теории термопар, термоэлектрические преобразователи

3.1. Общие сведения о методах измерения температуры. Термопреобразователи сопротивления. Элементы теории термопар, термоэлектрические преобразователи

Общие сведения о методах измерения температуры. Температурные шкалы. Контактные СИ температуры: стеклянные и манометрические термометры. Термопреобразователи сопротивления (ТПС), градуировочные характеристики, конструктивное исполнение. Вторичные приборы для измерения температуры, назначение и принцип действия. Способы установки СИ. Термопары (ТП). Элементы теории термопар, введение поправки на температуру свободных концов, удлиняющие провода, стандартные градуировочные характеристики, конструктивное исполнение. Аналоговые и цифровые вторичные приборы типа КС, РМТ, Технограф. Способы установки СИ, влияющие факторы, расчет погрешностей..

4. Общие сведения об измерении давления, разности давлений, измерение уровня

4.1. Общие сведения об измерении давления, разности давлений, измерение уровня

Общие сведения об измерении давления и разности давлений. Жидкостные и деформационные манометры и дифманометры, грузопоршневые манометры. Электрические преобразователи давления и разности давлений типа «Метран», «Элемер» с тензопреобразователями. Методики измерения давления различных сред. Методы и средства измерения уровня. Измерение уровня под атмосферным и избыточным давлением. Измерение уровня в барабане котла..

5. Общие сведения об измерении расхода и теплоты

5.1. Общие сведения об измерении расхода и теплоты

Общие сведения об измерении расхода и количества вещества. Измерение расхода по перепаду давления на сужающем устройстве (СУ). Расходомеры постоянного перепада.

Электромагнитные расходомеры. Теплосчетчики для открытых и закрытых систем теплоснабжения. Расчет погрешностей измерения расхода и теплоты..

6. Методы и средства анализа жидкостей. Методы и средства анализа состава газов

6.1. Методы и средства анализа жидкостей. Методы и средства анализа состава газов
Методы анализа жидкостей. Кондуктометрический метод анализа растворов. Электродные и безэлектродные кондуктометры. Потенциометрический метод анализа растворов. Рабочие и вспомогательные электроды рН-метров, измерительные преобразователи. Методы анализа состава газов. Объемные химические газоанализаторы, назначение, принцип действия. Тепловые и магнитные газоанализаторы. Назначение и принцип действия циркониевого газоанализатора (КГА-08)..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Лабораторная работа №1 «Градуировка и поверка термоэлектрических преобразователей»;;
2. Лабораторная работа №6 "Методы измерения сопротивления термопреобразователей";
3. Лабораторная работа №12 «Изучение и поверка средств измерения давления»;;
4. Лабораторная работа №13 «Испытание расходомеров переменного перепада давления»;

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 1. Метрология, основные понятия и определения. Способы обеспечения единства измерений "
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 2. Элементы теории погрешностей"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 3. Общие сведения о методах измерения температуры. Термопреобразователи сопротивления. Элементы теории терморезистивных, термоэлектрических преобразователей"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 4. Общие сведения об измерении давления, разности давлений, уровня"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 5. Общие сведения об измерении расхода и теплоты"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 6. Методы и средства анализа жидкостей Методы и средства анализа состава газов"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|---|---|---|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Знать: | | | | | | | | |
| основные понятия метрологии, системные и несистемные единицы измерения физических величин; виды и методы измерений теплотехнических величин; | ИД-1 _{ОПК-6} | + | | | | | | Тестирование/"Метрология, основные понятия и определения. Способы обеспечения единства измерений " |
| методики обработки результатов измерений, расчет погрешностей СИ, способы их устранения | ИД-2 _{ОПК-6} | | + | | | | | Тестирование/" Элементы теории погрешностей" |
| принципы действия и устройство типовых приборов для измерения электрических и неэлектрических величин | ИД-3 _{ОПК-6} | | | + | + | + | + | Лабораторная работа/Методы и средства анализа жидкостей. Методы и средства анализа состава газов Лабораторная работа/Общие сведения об измерении давления, разности давлений, уровня Лабораторная работа/Общие сведения об измерении расхода и теплоты Лабораторная работа/Общие сведения о методах измерения температуры. Термопреобразователи сопротивления Элементы теории термопар, термоэлектрические преобразователи |
| Уметь: | | | | | | | | |
| измерять основные параметры технологического объекта с помощью измерительных приборов общепромышленного назначения | ИД-1 _{ОПК-6} | | | + | + | + | + | Лабораторная работа/Методы и средства анализа жидкостей. Методы и средства анализа состава газов Лабораторная работа/Общие сведения об измерении давления, разности давлений, уровня |

| | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--|---|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | | | | Лабораторная работа/Общие сведения об измерении расхода и теплоты Лабораторная работа/Общие сведения о методах измерения температуры. Термопреобразователи сопротивления Элементы теории термопар, термоэлектрические преобразователи |
| оценивать погрешность измерений и определять параметры, влияющие на их точность | ИД-2 _{ОПК-6} | | + | | | | Тестирование/" Элементы теории погрешностей" |
| уметь выбирать методы измерений, определяющих работу энергетических машин и установок и определять метрологические характеристики средств измерения (СИ) в заданных единицах | ИД-3 _{ОПК-6} | | + | | | | Тестирование/"Метрология, основные понятия и определения. Способы обеспечения единства измерений " |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Методы и средства анализа жидкостей. Методы и средства анализа состава газов (Лабораторная работа)
2. Общие сведения о методах измерения температуры. Термопреобразователи сопротивления Элементы теории термодинамики, термоэлектрические преобразователи (Лабораторная работа)
3. Общие сведения об измерении давления, разности давлений, уровня (Лабораторная работа)
4. Общие сведения об измерении расхода и теплоты (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. "Элементы теории погрешностей" (Тестирование)
2. "Метрология, основные понятия и определения. Способы обеспечения единства измерений" (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №7)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Иванова, Г. М. Теплотехнические измерения и приборы : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков . – 3-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 460 с. - ISBN 978-5-383-00155-4 .;
2. Долбикова, Н. С. Метрология и теплотехнические измерения : лабораторный практикум по курсу "Метрология, теплотехнические измерения" по направлениям 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" и 13.03.03 "Энергетическое машиностроение" / Н. С. Долбикова, А. В. Кузнецова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 88 с. - ISBN 978-5-7046-2301-4 .
[http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11382;](http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11382)
3. Долбикова, Н. С. Метрология и теплотехнические измерения : учебное издание для реализации основных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", 13.03.03 "Энергетическое машиностроение" / Н. С. Долбикова, Л. М.

Захарова, А. В. Кузнецова, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 292 с. - Книга-победитель конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике, посвященного 90-летию МЭИ и 100-летию плана ГОЭЛРО . - ISBN 978-5-7046-2431-8 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11613;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11613)

4. Аксенова Е. Н., Калашников Н. П.- "Методы оценки погрешностей при измерениях физических величин", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2019 - (40 с.)
[https://e.lanbook.com/book/113371.](https://e.lanbook.com/book/113371)

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
6. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>
7. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
8. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
9. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Б-205, Учебная аудитория | парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, колонки |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | В-210/2а, Лаборатория теплотехнических измерений и приборов | стол, стул, тумба, стенд лабораторный |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | В-314/1, Аудитория каф. | стул, вешалка для одежды, стол для совещаний, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в |

| | | |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Интернет, экран |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-303, Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| | П-28, Комната для самостоятельных занятий студентов | |
| Помещения для консультирования | В-210/7в, Преподавательская | кресло рабочее, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, стол для совещаний, экран, компьютер персональный, принтер |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | В-210/8а, Архив | шкаф |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология и теплотехнические измерения

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 "Метрология, основные понятия и определения. Способы обеспечения единства измерений " (Тестирование)
- КМ-2 " Элементы теории погрешностей" (Тестирование)
- КМ-3 Общие сведения о методах измерения температуры. Термопреобразователи сопротивления. Элементы теории термопар, термоэлектрические преобразователи (Лабораторная работа)
- КМ-4 Общие сведения об измерении давления, разности давлений, уровня (Лабораторная работа)
- КМ-5 Общие сведения об измерении расхода и теплоты (Лабораторная работа)
- КМ-6 Методы и средства анализа жидкостей. Методы и средства анализа состава газов (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 6 | 8 | 10 | 14 | 16 |
| 1 | Метрология, основные понятия и определения. Способы обеспечения единства измерений | | | | | | | |
| 1.1 | Метрология, основные понятия и определения. Способы обеспечения единства измерений | | + | | | | | |
| 2 | Элементы теории погрешностей | | | | | | | |
| 2.1 | Элементы теории погрешностей | | | + | | | | |
| 3 | Общие сведения о методах измерения температуры. Термопреобразователи сопротивления. Элементы теории термопар, термоэлектрические преобразователи | | | | | | | |
| 3.1 | Общие сведения о методах измерения температуры. Термопреобразователи сопротивления. Элементы теории термопар, термоэлектрические преобразователи | | | | + | + | + | + |
| 4 | Общие сведения об измерении давления, разности давлений, измерение уровня | | | | | | | |
| 4.1 | Общие сведения об измерении давления, разности давлений, измерение уровня | | | | + | + | + | + |
| 5 | Общие сведения об измерении расхода и теплоты | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| 5.1 | Общие сведения об измерении расхода и теплоты | | | + | + | + | + |
| 6 | Методы и средства анализа жидкостей. Методы и средства анализа состава газов | | | | | | |
| 6.1 | Методы и средства анализа жидкостей. Методы и средства анализа состава газов | | | + | + | + | + |
| Вес КМ, %: | | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 20 |