

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Декан факультета управления энергетикой и теплотехникой Бурковский А.В.
2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Метрология»

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Промышленная теплоэнергетика

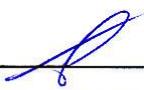
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2018

Автор программы  /Надеев А.А./

**Заведующий кафедрой
теоретической и
промышленной
теплоэнергетики**  /Портнов В.В./

Руководитель ОПОП  /Дахин С.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов знаний и навыков в областях теоретической, прикладной и законодательной метрологии, а также стандартизации и сертификации, и обучение их практическим навыкам работы с нормативно-технической документацией и средствами измерения электрических и неэлектрических физических величин.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Освоение теоретических основ метрологии; формирование представлений о видах, методах и средствах измерений; формирование представлений о точности измерения и погрешности средств измерений; освоение методов градуировки, калибровки и поверки средств измерений; освоение методов и алгоритмов обработки результатов измерений; изучение основных положений закона о единстве измерений в Российской Федерации; формирование представлений о метрологических службах Российской Федерации; освоение принципов и методов стандартизации в профессиональной деятельности; освоение правил и методов сертификации промышленной продукции; формирование навыков работы с нормативной документацией.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Метрология» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Метрология» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	знать теоретические основы метрологии
	уметь оценивать погрешности средств измерений
	владеть основными методами обработки результатов и оценки погрешностей измерений

ОПК-5	знать организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения; правовые основы обеспечения единства измерений; единицы измерения физических величин и шкалы измерений электрических и неэлектрических величин; принципы осуществления и порядок проведения стандартизации и сертификации
	уметь осуществлять градуировку, калибровку, поверку средств измерений
	владеть основными методами измерений электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники; правовой базой стандартизации и сертификации

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины «Метрология» составляет 5 з.е.
Распределение трудоёмкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	126	126
Виды промежуточной аттестации - зачёт	+	+
Общая трудоёмкость: академические часы зач. ед.	180 5	180 5

Заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	8	8
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Самостоятельная работа	168	168
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачёт	+	+
Общая трудоёмкость: академические часы зач. ед.	180 5	180 5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоёмкости по видам занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц.	Прак. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час.
1	Теоретическая метрология	Предмет метрологии. Физические величины и их единицы. Системы единиц физических величин. Измерения и их виды. Шкалы измерений. Средства измерений. Виды средств измерений. Эталоны и их классификация. Определение погрешности средств измерений. Методы измерений.	5	10	10	28	53
2	Прикладная метрология	Задачи и область применения прикладной метрологии. Поверка средств измерений. Методы поверки. Поверочные схемы. Калибровка, техническое обслуживание, градуировка средств измерений.	5	6	8	30	49
3	Законодательная метрология	Нормативно-правовые основы метрологии. Федеральный закон № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Государственная система по обеспечению единства измерений. Метрологические службы. Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений.	4	2	-	28	34
4	Основы стандартизации	Цели, задачи и принципы стандартизации. Виды стандартов. Методы стандартизации. Органы и службы стандартизации.	2	-	-	20	22
5	Основы сертификации	Цели и принципы подтверждения соответствия. Формы сертификации. Порядок проведения и схемы сертификации. Системы сертификации.	2	-	-	20	22
Итого			18	18	18	126	180

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Теоретическая метрология	Предмет метрологии. Физические величины и их единицы. Системы единиц физических величин. Измерения и их виды. Шкалы измерений. Средства измерений. Виды средств измерений. Эталоны и их классификация. Определение погрешности средств измерений. Методы измерений.	2	2	38	42
2	Прикладная метрология	Задачи и область применения прикладной метрологии. Поверка средств измерений. Методы поверки. Поверочные схемы. Калибровка, техническое обслуживание, градуировка средств измерений.	2	2	42	46
3	Законодательная метрология	Нормативно-правовые основы метрологии. Федеральный закон № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Государственная система по обеспечению единства измерений. Метрологические службы. Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений.	-	-	40	40
4	Основы стандартизации	Цели, задачи и принципы стандартизации. Виды стандартов. Методы стандартизации. Органы и службы стандартизации.	-	-	24	24
5	Основы сертификации	Цели и принципы подтверждения соответствия. Формы сертификации. Порядок проведения и схемы сертификации. Системы сертификации.	-	-	24	24
Итого			4	4	168	176

5.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа № 1. Определение абсолютных, относительных и приведённых погрешностей средств измерений.

Лабораторная работа № 2. Обработка результатов многократных равнооточных прямых измерений.

Лабораторная работа № 3. Градуировка и поверка термоэлектрических преобразователей.

Лабораторная работа № 4. Определение закона распределения результатов измерений.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

- «аттестован»;
- «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	знать теоретические основы метрологии	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь оценивать погрешности средств измерений	Решение стандартных практических задач, выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть основными методами обработки результатов и оценки погрешностей измерений	Решение стандартных практических задач, выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-5	знать организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения; правовые основы обеспечения единства измерений; единицы измерения	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	физических величин и шкалы измерений электрических и неэлектрических величин; принципы осуществления и порядок проведения стандартизации и сертификации			
	уметь осуществлять градуировку, калибровку, поверку средств измерений	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть основными методами измерений электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники; правовой базой стандартизации и сертификации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения, 4 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

- «зачтено»;
- «не зачтено».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-2	знать теоретические основы метрологии	Тест	Выполнение теста на 70-100 %	Выполнение менее 70 %
	уметь оценивать погрешности средств измерений	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть основными методами обработки результатов и оценки погрешностей измерений	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-5	знать организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения; правовые основы обеспечения единства измерений; единицы измерения физических величин и шкалы измерений электрических и неэлектрических величин; принципы осуществления и порядок проведения стандартизации и	Тест	Выполнение теста на 70-100 %	Выполнение менее 70 %

сертификации			
уметь осуществлять градуировку, калибровку, поверку средств измерений	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
владеть основными методами измерений электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники; правовой базой стандартизации и сертификации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Метрология – это ...
 - а) теория передачи размеров единиц физических величин;
 - б) теория исходных средств измерений (эталонов);
 - в) наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.
2. Физическая величина – это ...
 - а) объект измерения;
 - б) величина, подлежащая измерению, измеряемая или измеренная в соответствии с основной целью измерительной задачи;
 - в) одно из свойств физического объекта, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.
3. Количественная характеристика физической величины называется...
 - а) размером;
 - б) размерностью;
 - в) объектом измерения.
4. Качественная характеристика физической величины называется ...
 - а) размером;
 - б) размерностью;
 - в) количественными измерениями нефизических величин.
5. Измерением называется ...
 - а) выбор технического средства, имеющего нормированные метрологические характеристики;
 - б) операция сравнения неизвестного с известным;
 - в) опытное нахождение значения физической величины с помощью технических средств.
6. К объектам измерения относятся ...
 - а) образцовые меры и приборы;
 - б) физические величины;
 - в) меры и стандартные образцы.

7. При описании электрических и магнитных явлений в СИ за основную единицу принимается ...

- а) вольт;
- б) ом;
- в) ампер.

8. При описании пространственно-временных и механических явлений в СИ за основные единицы принимаются ...

- а) кг, м, Н;
- б) м, кг, Дж;
- в) кг, м, с.

9. При описании световых явлений в СИ за основную единицу принимается ...

- а) световой квант;
- б) кандела;
- в) люмен.

10. Для поверки эталонов-копий служат ...

- а) государственные эталоны;
- б) эталоны сравнения;
- в) эталоны 1-го разряда.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задача 1. Вольтметром со шкалой от 0 до 100 В, имеющим абсолютную погрешность $\Delta V = 1$ В, измерены значения напряжения 0; 10; 20; 40; 50; 60; 80; 100 В. Рассчитать зависимости абсолютной, относительной и приведённой погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы.

Задача 2. Омметром со шкалой от 0 до 1000 Ом измерены значения сопротивления 0; 100; 200; 400; 500; 600; 800; 1000 Ом. Определить значения абсолютной и относительной погрешностей, если приведённая погрешность равна 0,5 %. Результаты представить в виде таблицы.

Задача 3. Амперметром со шкалой от 0 до 50 А, имеющим относительную погрешность $\delta I = 2\%$, измерены значения силы тока 0; 5; 10; 20; 25; 30; 40; 50 А. Рассчитать зависимости абсолютной, относительной и приведённой погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы.

Задача 4. Вольтметром со шкалой от 0 до 50 В, имеющим приведённую погрешность $\gamma V = 2\%$, измерены значения напряжения 0; 5; 10; 20; 40; 50 В. Рассчитать зависимости абсолютной, относительной и приведённой погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы.

Задача 5. Кислородомером со шкалой от 0 до 25 % измерены следующие значения концентрации кислорода: 0; 5; 10; 12,5; 15; 20; 25 %. Определить значения абсолютной и относительной погрешностей, если приведённая погрешность равна 2%. Результаты представить в виде таблицы.

Задача 6. При многократном измерении напряжения электрического

тока с помощью цифрового вольтметра получены значения в вольтах: 10,38; 10,37; 10,39; 10,38; 10,39; 10,44; 10,41; 10,5; 10,45; 10,39; 11,1; 10,45. Проверить полученные результаты измерений на наличие грубой погрешности с вероятностью $P = 0,95$.

Задача 7. При многократном измерении электрического сопротивления с помощью цифрового омметра получены значения в кило-омах: 7,36; 7,32; 7,34; 7,32; 7,36; 7,40; 7,34; 7,37; 7,33; 7,32; 7,34; 7,32. Проверить полученные результаты измерений на наличие грубой погрешности с вероятностью $P = 0,95$.

Задача 8. При многократном измерении силы тока с помощью амперметра получены значения в амперах: 85,6; 85,7; 85,9; 85,6; 85,7; 85,8; 84,4; 85,6; 85,9; 85,9; 85,4; 85,8. Проверить полученные результаты измерений на наличие грубой погрешности с вероятностью $P = 0,99$.

Задача 9. При многократном измерении влажности воздуха с помощью датчика влажности получены значения в процентах: 58; 57; 59; 58; 57; 58; 60; 56; 59; 58; 57; 57. Проверить полученные результаты измерений на наличие грубой погрешности с вероятностью $P = 0,90$.

Задача 10. При многократном определении плотности теплоизоляционного материала получены значения в $\text{кг}/\text{м}^3$: 93,08; 93,65; 93,26; 93,01; 92,35; 92,65; 92,43; 92,89; 93,87; 93,15; 93,44; 94,22. Проверить полученные результаты измерений на наличие грубой погрешности с вероятностью $P = 0,99$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задача 1. Температура в термостате измерялась техническим термометром со шкалой от 0 до 500 °С, имеющим пределы допускаемой основной погрешности ± 4 °С. Показания термометра составили 346 °С. Одновременно с техническим термометром в термостат был погружен лабораторный термометр, имеющий свидетельство о поверке. Показания лабораторного термометра составили 352 °С, поправка по свидетельству составляет -1 °С, поправка на выступающий столбик равна $+0,5$ °С. Определите, выходит ли за пределы допускаемой основной погрешности действительное значение погрешности показаний технического термометра.

Задача 2. Милливольтметр имеет равномерную шкалу, разделённую на 50 интервалов. Нижний предел измерения $U_n = -10$ мВ, верхний $U_k = +10$ мВ. Определите цену деления шкалы и чувствительность милливольтметра.

Задача 3. Зависят ли коэффициенты преобразования медного и платинового термометров сопротивления от температуры, если известно, что сопротивления связаны с температурой выражениями $R_t = R_0 (1 + \alpha \cdot t)$ для медного термометра, $R_t = R_0 (1 + A \cdot t + B \cdot t^2)$ для платинового термометра.

Задача 4. При проверке автоматического потенциометра со шкалой от 0 до 500 °С для градуировки типа К (хромель-алюмель) выяснилось, что стрелка и перо прибора смещены относительно нулевой отметки на 10 °С в сторону завышения. Как должна быть учтена эта систематическая погрешность измерения температуры при обработке диаграммной бумаги, например, на

отметке 430 °С?

Задача 5. Определите абсолютное и относительное изменение показаний газового манометрического термометра, вызванное изменением барометрического давления от 100,45 до 96,45 кПа. Шкала прибора от 0 до 100 °С, что соответствует изменению давления от 0,67 до 0,92 МПа. Прибор показывает температуру 80 °С. Шкала прибора равномерная.

Задача 6. Для технического манометра класса 1,5 нормальная температура окружающей среды 20 ± 5 °С, рабочая температура от +5 до +50 °С. Одинаковыми ли погрешностями будут характеризоваться показания прибора при температуре окружающей среды $t = 24$, $t = 10$ и $t = 55$ °С при условии, что остальные влияющие величины имеют нормальные значения?

Задача 7. При измерении расхода калориметрическим расходомером измерение мощности нагревателя производилось по показаниям амперметра и вольтметра. Оба эти прибора имели класс точности 0,5, работали в нормальных условиях и имели соответственно шкалы от 0 до 5 А и от 0 до 30 В. Номинальные значения силы тока 3,5 А и напряжения 24 В. Оцените погрешность, с которой производится измерение мощности.

Задача 8. Было проведено однократное измерение термо-ЭДС автоматическим потенциометром класса 0,5 градуировки ХК со шкалой от 200 до 600 °С. Указатель стоит на отметке 550 °С. Оцените, максимальную относительную погрешность измерения термо-ЭДС потенциометром на отметке 550 °С. Зависит ли относительная погрешность от показаний прибора? Условия работы нормальные.

Задача 9. При градуировке расходомера в конечной точке шкалы объёмным методом были получены следующие значения времени наполнения бака τ : 97,5; 94,8; 94,7; 95,2; 94,9; 95,3; 91,1; 95,2; 95,3 с. Предполагается, что эти значения времени распределены по закону Стьюдента. Объем бака $V = 507 \pm 0,1$ л. Каким образом оценить значение расхода в конечной точке шкалы расходомера и как определить погрешность этой оценки, если систематическая погрешность измерения времени отсутствует?

Задача 10. Лабораторный ртутный термометр, погружённый до отметки 200 °С, показывает температуру 300 °С. Температура выступающего столбика, измеренная вспомогательным термометром, равна 40 °С. Определить действительное значение температуры.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачёту

1. Предмет метрологии.
2. Понятие о физической величине. Единицы измерения ФВ.
3. Системы единиц физических величин. Международная система единиц СИ.
4. Измерения. Виды измерений.
5. Шкалы измерений.
6. Средства измерений. Виды средств измерений.
7. Классы точности средств измерений.
8. Эталоны. Классификация эталонов.

9. Порядок передачи размера единицы от эталона рабочим СИ.
10. Погрешность средств измерений. Их классификация.
11. Методы измерений. Их классификация.
12. Поверка средств измерений.
13. Методы поверки.
14. Поверочные схемы. Их классификация.
15. Техническое обслуживание средств измерений.
16. Градуировка средств измерений.
17. Нормативно-правовые основы метрологии в области обеспечения единства измерений.
18. Государственная система по обеспечению единства измерений.
19. Метрологические службы Российской Федерации.
20. Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений.
21. Цели, задачи, принципы стандартизации.
22. Виды стандартизации.
23. Виды нормативных документов.
24. Виды стандартов.
25. Специальные методы стандартизации.
26. Научно-практические методы стандартизации.
27. Органы и службы стандартизации.
28. Подтверждение соответствия. Цели и принципы.
29. Формы сертификации. Добровольное и обязательное подтверждение соответствия.
30. Декларирование соответствия.
31. Порядок проведения сертификации.
32. Схемы сертификации продукции.
33. Схемы сертификации услуг и работ.
34. Схемы декларирования.
35. Участники работ по подтверждению соответствия.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом.

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачёт проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 10.

Дисциплина «Метрология» должна быть зачтена в случае, если студент правильно решил задачу и набрал от 7 до 10 баллов. В случае невыполнения данных условий дисциплина не засчитывается.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Теоретическая метрология	ОПК-2, ОПК-5	Тест, защита лабораторных работ, решение задач, зачёт
2	Прикладная метрология	ОПК-2, ОПК-5	Тест, защита лабораторных работ, решение задач, зачёт
3	Законодательная метрология	ОПК-2, ОПК-5	Тест, решение задач, зачёт
4	Основы стандартизации	ОПК-2, ОПК-5	Тест, зачёт
5	Основы сертификации	ОПК-2, ОПК-5	Тест, зачёт

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Орловцева О.А. Метрология, стандартизация, сертификация: учеб. пособие / О.А. Орловцева, А.А. Надеев, А.В. Муравьев. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2018. – 223 с.

2. Метрология: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль «Промышленная теплоэнергетика») всех форм обучения / А. А. Надеев. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 39 с.

3. Метрология: методические указания к практическим занятиям для студентов направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль «Промышленная теплоэнергетика») всех форм обучения / А. А. Надеев. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 24 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

8.2.1 Программное обеспечение

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic;
- OpenOffice;
- Adobe Acrobat Reader;
- Internet explorer.

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru>;
- Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru>.

8.2.3 Информационные справочные системы

- <http://window.edu.ru>;
- <https://wiki.cchgeu.ru>.

8.2.4 Современные профессиональные базы данных

- Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru>;
- Единая система конструкторской документации. URL: https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoj_dokumentatsii;
- Федеральный институт промышленной собственности. Информационно-поисковая система. URL: www1.fips.ru;
- Национальная электронная библиотека. URL: elibrary.ru.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Специализированная лекционная аудитория, оснащённая оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.
2. Дисплейный класс, оснащённый компьютерными программами для проведения лабораторного практикума.
3. Лабораторное оборудование: анализатор влажности ЭВЛАС-2М, термоэлектрические преобразователи ТП-2088; измеритель-регулятор ОВЕН ТРМ138; термометр контактный ТК-5.06.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Метрология» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических

навыков определения погрешности измерения физических величин, полученных прямым и косвенным методом и погрешности самих средств измерений, знакомство с методами статистической обработки опытных данных. Занятия проводятся путём решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведёнными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчётно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчётов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. При подготовке к зачёту необходимо ориентироваться на конспекты лекций и рекомендуемую литературу.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	В разделе 3, таблицах 7.1.1, 7.1.2, 7.1.7 читать вместо «ОПК-2» – «ОПК-3», вместо «ОПК-5» – «ОПК-6».	24.10.2022	