

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО

Директор  
института заочного образования

к.п.н., доц.  Спесивцева С.Е.

« 25 »  2022 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики,  
информационных технологий  
и управляющих систем

к.т.н., доц.  Белоусов А.В.

« 26 »  2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

**Методика и техника эксперимента в теплотехнологии**

Направление подготовки (специальность):

**13.03.01 – ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Направленность программы (профиль, специализация):

**Энергетика теплотехнологии  
Энергообеспечение предприятий**

Квалификация

**бакалавр**

Форма обучения

**заочная**

Институт: **Энергетики, информационных технологий и управляющих систем**

Кафедра: **Энергетики теплотехнологии**

Белгород 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 143;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составители: старший преподаватель  (А.В. Рыбина)

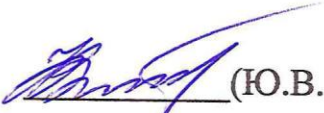
Рабочая программа обсуждена на заседании энергетики  
теплотехнологии

« 12 » мая 2022 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой

Энергетики теплотехнологии

канд. техн. наук, доцент

 (Ю.В. Васильченко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 26 » мая 2022 г., протокол № 9

Председатель

канд. техн. наук, доцент

 (А.Н. Семернин)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции (производственно-технологический)	ПК-5 Способен к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов объектов профессиональной деятельности при использовании типовых методов	ПК-5.1. Осуществляет планирование измерения параметров технологического процесса, размещает средства измерения	<b>Знания:</b> основные методы планирования измерения параметров технологического процесса <b>Умения:</b> применять типовые методы планирования эксперимента <b>Навыки:</b> планирование проведения экспериментов
		ПК-5.2. Обрабатывает результаты измерений по стандартным методикам	<b>Знания:</b> стандартные методики обработки и анализа полученных результатов измерений <b>Умения:</b> проводить обработку экспериментальных данных по стандартным методикам <b>Навыки:</b> математического аппарата для обработки и анализа полученных результатов измерений

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 1. Компетенция ПК-5 «Способен к участию в организации

метрологического обеспечения технологических процессов объектов профессиональной деятельности при использовании типовых методов»

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

– для образовательной программы профиля «Энергетика теплотехнологии»

Стадия	Наименования дисциплины
1	Компьютерные технологии в теплоэнергетике
2	Методика и техника эксперимента в теплотехнологии
3	Производственная технологическая практика
4	Производственная преддипломная практика
5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

– для образовательной программы профиля «Энергообеспечение предприятий»

Стадия	Наименования дисциплины
1	Компьютерные технологии в теплоэнергетике
2	Методика и техника эксперимента в теплотехнологии
3	Производственная технологическая практика
4	Производственная преддипломная практика
5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зач. единиц, **108** часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 3 зач. единиц.

Форма промежуточной аттестации зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	2	106
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	8	2	6
лекции	4	2	2
лабораторные	2	–	2
практические	2	–	2
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	–	–	–
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	100	–	100
Курсовой проект	–	–	–
Курсовая работа	–	–	–
Расчетно-графическое задание	–	–	–
Индивидуальное домашнее задание	9	–	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	91	–	91
Экзамен	–	–	–

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>1. Организация экспериментальных исследований</b>					
	Значение экспериментальных исследований и организация экспериментальных исследований при решении задач энергетики теплотехнологии. Классификация экспериментальных исследований и теплотехнических испытаний. Особенности научного лабораторного эксперимента.	0,5	-	-	-
<b>2. Организация метрологического обеспечения технологических процессов</b>					
	Средства измерения параметров технологического процесса. Метрологические характеристики средств измерения, выбор точек замеров, подбор стандартных и специальных измерительных приборов. Выбор выходного параметра, варьируемых параметров и диапазона их изменения в эксперименте. Активный, активно-пассивный и пассивный эксперименты.	0,5	-	-	-
<b>3. Обработка результатов экспериментальных исследований и теплотехнических испытаний</b>					
	Получение математических моделей по результатам эксперимента. Расчет дисперсий, ошибок опытов. Проверка однородности дисперсий, значимости коэффициентов математической модели. Проверка адекватности математических моделей. Анализ полученных результатов, принятие решений.	0,5	-	-	-
<b>4. Основы планирования эксперимента</b>					
	Разработка методики проведения экспериментальных исследований и промышленных испытаний. Составление плана проведения эксперимента. Метод наименьших квадратов.	0,5	-	-	-
	ВСЕГО	2	0	0	0

## Курс 5 Семестр 9

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>5. Организация экспериментальных исследований</b>					
	Значение экспериментальных исследований и организация экспериментальных исследований при решении задач энергетики теплотехнологии. Классификация экспериментальных исследований и теплотехнических испытаний. Особенности научного лабораторного эксперимента.	0,5	0,5	0,5	26
<b>6. Организация метрологического обеспечения технологических процессов</b>					
	Средства измерения параметров технологического процесса. Метрологические характеристики средств измерения, выбор точек замеров, подбор стандартных и специальных измерительных приборов. Выбор выходного параметра, варьируемых параметров и диапазона их изменения в эксперименте. Активный, активно-пассивный и пассивный эксперименты.	0,5	0,5	0,5	28
<b>7. Обработка результатов экспериментальных исследований и теплотехнических испытаний</b>					
	Получение математических моделей по результатам эксперимента. Расчет дисперсий, ошибок опытов. Проверка однородности дисперсий, значимости коэффициентов математической модели. Проверка адекватности математических моделей. Анализ полученных результатов, принятие решений.	0,5	0,5	0,5	24
<b>8. Основы планирования эксперимента</b>					
	Разработка методики проведения экспериментальных исследований и промышленных испытаний. Составление плана проведения эксперимента. Метод наименьших квадратов.	0,5	0,5	0,5	13
	<b>ВСЕГО</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>91</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>семестр №9</b>				
1	Организация экспериментальных исследований	Планирование измерения параметров технологического процесса	0,5	2
2	Организация метрологического обеспечения технологических процессов	Оценка и учет погрешностей при технических измерениях	0,5	2
3	Основы планирования эксперимента	Приборное обеспечение измерений параметров технологического процесса, размещение средств измерения	0,5	6
4	Обработка результатов экспериментальных исследований и теплотехнологических испытаний	Обработка результатов испытаний теплотехнического оборудования	0,5	7
<b>ИТОГО:</b>			<b>2</b>	<b>17</b>
<b>ВСЕГО:</b>			<b>2</b>	<b>19</b>

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>семестр № 9</b>				
1	Организация экспериментальных исследований	Организация экспериментальных исследований в теплоэнергетике	0,5	2
2	Организация метрологического обеспечения технологических процессов	Выбор выходного параметра, варьируемых параметров и диапазона их изменения в эксперименте. Типовые методики первичной обработки результатов эксперимента	0,5	2
3	Обработка результатов экспериментальных исследований и теплотехнологических испытаний	Аппроксимация экспериментальных данных. Метод наименьших квадратов.	0,5	6
4	Основы планирования эксперимента	Планирование эксперимента	0,5	7
<b>ИТОГО:</b>			<b>2</b>	<b>17</b>
<b>ВСЕГО:</b>			<b>2</b>	<b>19</b>

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

При выполнении ИДЗ студент расширяет и закрепляет теоретические и практические знания, полученные при изучении дисциплины, овладевает навыками самостоятельного решения задач планирования и обработки экспериментальных данных. Объем к ИДЗ составляет 10-15 страниц; трудоёмкость выполнения – 9 часов.

##### Тема ИДЗ: **Обработка результатов испытаний парового котла**

Цель: изучение методики обработки результатов испытаний парового котла и построение режимной карты котла по данным проведенных испытаний.

##### *Типовой вариант задания*

В результате проведения тепловых испытаний котельного агрегата ДКВр-10/13 получены данные. Необходимо:

1. Рассчитать потери тепла в котле, определить теплопроизводительность котла, рассчитать затраты электроэнергии на тягу и дутье.
2. Построить графики потерь тепла котла от теплопроизводительности котла (потери в %, нагрузка котла в Гкал/ч).
3. Построить графики коэффициента избытка воздуха, температуры уходящих газов и напора воздуха за вентилятором, удельных затрат электроэнергии на тягу и дутье от теплопроизводительности котла.
4. Построить режимную карту котла.

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

**1 Компетенция ПК-5 «Способен к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов объектов профессиональной деятельности при использовании типовых методов»**

*(код и формулировка компетенции)*

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-5.1. Осуществляет планирование	Решение задач на практических занятиях, зачет



измерения параметров технологического процесса, размещает средства измерения	
ПК-5.2. Обрабатывает результаты измерений по стандартным методикам	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, зачет

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Организация экспериментальных исследований (ПК-5.1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особенности научного лабораторного эксперимента в теплотехнологии.</li> <li>2. Определение и основные понятия эксперимента (объект, функция цели, факторы, план эксперимента).</li> <li>3. Подготовка экспериментальных установок к исследованиям и испытаниям.</li> <li>4. Классификация экспериментальных исследований.</li> <li>5. Факторы в эксперименте. Виды факторов - варьируемые, неизменные, случайные. Требования к варьируемым факторам.</li> <li>6. В чем заключены отличия активного, активно-пассивного и пассивного эксперимента?</li> <li>7. Понятия доверительной вероятности и уровня значимости.</li> <li>8. Нормальный закон распределения.</li> <li>9. Статистические критерии и их применение. Распределения Стьюдента и Пирсона.</li> <li>10. Проверка однородности дисперсий и наблюдений. Распределения Фишера и Кохрена, t - критерий.</li> <li>11. Дисперсионный анализ.</li> </ol>
2	Организация метрологического обеспечения технологических процессов (ПК-5.1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>12. Виды, методы и средства измерений.</li> <li>13. Метрологические характеристики средств измерений.</li> <li>14. Классы точности.</li> <li>15. Особенности промышленных испытаний в теплотехнологии.</li> <li>16. Подготовка промышленных установок к исследованиям и испытаниям.</li> <li>17. Испытания котельных установок. Режимные карты.</li> </ol>
3	Обработка результатов экспериментальных исследований и теплотехнологических испытаний (ПК-5.2)	<ol style="list-style-type: none"> <li>18. Предварительная обработка результатов измерений. Исключение промахов.</li> <li>19. Функция отклика. Модель «черного ящика».</li> <li>20. Обработка результатов эксперимента. Регрессионный анализ как средство построения математических моделей объектов, подверженных случайным воздействиям.</li> <li>21. Основные этапы регрессионного анализа.</li> <li>22. Определение коэффициентов одномерной регрессии на основе метода наименьших квадратов. Проверка</li> </ol>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p>значимости коэффициентов регрессии.</p> <p>23. С какой целью выполняются расчеты дисперсий, значимости коэффициентов уравнения регрессии?</p> <p>24. Проверка адекватности полученной математической модели.</p>
4	<p>Основы планирования эксперимента (ПК-5.2)</p>	<p>25. Порядок планирования эксперимента</p> <p>26. Факторный принцип планирования экспериментов.</p> <p>27. Классификация экспериментальных планов.</p> <p>28. Каким образом можно уменьшить число варьируемых параметров при выполнении процедуры планирования эксперимента?</p> <p>29. Выбор выходного параметра, варьируемых параметров и диапазона их изменения при проведении процедуры планирования эксперимента.</p>

**5.2.2. Перечень контрольных материалов  
для защиты курсового проекта/ курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом.

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

**Лабораторные работы.** Выполнение лабораторных работ в семестре выполняется согласно методических указаний. В методических указаниях по дисциплине в семестре представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания работе, даны варианты выполнения и рассмотрены практические примеры. Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме лабораторной работы.

Лабораторная работа	Контрольные вопросы
<p>Лабораторная работа № 1. Организация экспериментальных исследований при решении задач энергетики теплотехнологии (ПК-5.2)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое прямое и косвенное измерение?</li> <li>2. Основные методы измерений. В чем заключается их сущность?</li> <li>3. Основные технические характеристики средств измерения.</li> <li>4. Что такое класс точности средства измерения? Какие классы точности определены ГОСТом? выражается? Как понимать термин "требуемая точность"?</li> <li>5. Как оценить погрешности измерения? Виды оценок и их расчет.</li> <li>6. Приведите классификацию погрешностей по характеру проявления.</li> <li>7. Дайте определения понятиям «систематическая погрешность» и «случайная погрешность». В чем принципиальная разница между ними? Что характеризуют собой величины систематической и случайной погрешностей?</li> <li>8. Дайте определение понятию «грубая погрешность». В чем причина появления грубой погрешности? Приведите пример.</li> <li>9. Перечислите источники систематических погрешностей. Приведите классификацию их по причине возникновения.</li> <li>10. Дайте определение понятию «методическая погрешность», поясните причины появления и особенности методических погрешностей.</li> <li>11. Дайте определение понятию «инструментальная погрешность», перечислите разновидности их, поясните причины появления и особенности.</li> </ol>
<p>Лабораторная работа № 2. Выбор выходного параметра, варьируемых параметров и диапазона их изменения в эксперименте. Типовые методики первичной обработки результатов эксперимента (ПК-5.2)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>12. Какими видами погрешностей характеризуются средства измерения? Объясните причины их возникновения.</li> <li>13. Что такое нулевая гипотеза? Альтернативная гипотеза?</li> <li>14. Что такое уровень значимости?</li> <li>15. Какова общая процедура проверки статистических гипотез?</li> <li>16. Методы предварительной обработки результатов</li> </ol>

Лабораторная работа	Контрольные вопросы
	измерений.
Лабораторная работа № 3. Аппроксимация экспериментальных данных. Метод наименьших квадратов (ПК-5.2)	17. Что такое корреляционный анализ? 18. Коэффициент корреляции. 19. Основные этапы регрессионного анализа.
Лабораторная работа № 4. Планирование эксперимента (ПК-5.2)	20. Что называется полным факторным экспериментом? 21. Как выбираются факторы планирования, их основные (базовые) уровни и интервалы варьирования? 22. Указать порядок проведения эксперимента методом ПФЭ? 23. Как составляется матрица планирования ПФЭ? 24. Как проверить воспроизводимость эксперимента? 25. При каких условиях не соблюдается требование воспроизводимости эксперимента и как следует поступить в этом случае? 26. Как проверяется значимость оценок коэффициентов регрессии? 27. При каких условиях оценки коэффициентов регрессии незначимы и как эти условия устранить? 28. Как проверить адекватность математической модели? 29. При каких условиях не соблюдается требование адекватности математической модели и как следует поступить в этом случае?

**Практические занятия.** Текущий контроль осуществляется в виде решения индивидуальных заданий.

### *Примеры типовых заданий (ПК-5.1)*

#### *Вариант 1*

Вычислить доверительные границы случайной погрешности  $\Delta_{XR}$ ,  $P=0,95$ , если в результате измерений были получены следующие результаты: 134,2;130,9;129,5 135,7.

#### *Вариант 2*

Сопротивление  $R_X$  измерено с помощью четырехплечего моста и рассчитано по формуле:

$$R_X = \frac{R_2 R_4}{R_3}$$

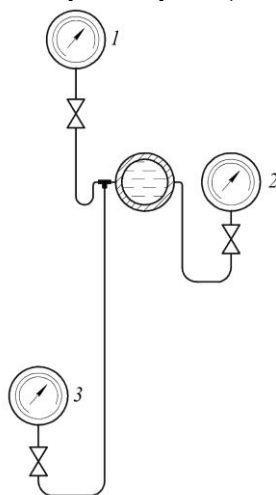
Найти абсолютную  $\Delta_{R_X}$  и относительную  $\delta_{R_X}$  систематическую погрешности результата измерения, если абсолютные систематические погрешности сопротивлений  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  равны: +1 Ом; -1 Ом; - 1 Ом, соответственно. При этом значения сопротивлений равны:  $R_2 = 100$  Ом;  $R_3 = 200$  Ом;  $R_4 = 100$  Ом.

### Вариант 3

Выберите шкалу манометра (определите верхний предел измерения) для измерения давления 3,0-3,6 bar.

### Вариант 4

Три манометра различным образом установлены на трубопроводе с водой, имеющем давление 0,8 МПа. Одинаковы ли будут их показания (собственными погрешностями манометров можно пренебречь)?



### Вариант 5

Подобрать термопару из благородных металлов для длительного измерения температуры отходящих газов турбины с температурой до 700 °С, а также определить значение термо-э.д.с. при температуре свободных концов выбранной термопары  $t_0 = 25^\circ\text{C}$ , при допущении линейности градуировочной характеристики.

### Вариант 6

Выполнить корреляционный анализ факторов: средней температуры наружного воздуха, объема перекладки трубопроводов в километрах, объема финансирования ремонтных работ, влияющих на отказы трубопроводов тепловых сетей:

Год	Количество отказов, шт./год	Средняя температура наружного воздуха, °С	Объем перекладки трубопроводов в км	Затраты на ремонт
2012	25	5,46	22,5	26500
2013	47	5,98	18,9	58450
2014	106	4,88	8	53070

### Защита индивидуальных домашних заданий

Отметка о допуске работы к защите ИДЗ получается при предъявлении преподавателю оформленной пояснительной записки и графической части (согласно заданию на выполнение индивидуального домашнего задания). Защита работы может происходить в форме беседы с преподавателем. В процессе защиты проверяется знание студентом основных понятий экспериментальных исследований, методики и техники проведения эксперимента в теплотехнологии.

*Типовые задания при проведении защиты в форме беседы с преподавателем*  
*Индикатор ПК-5.2*

1. Сформулировать цель выполнения индивидуального домашнего задания и перечислить решаемые для его выполнения задачи.
2. Виды экспериментов.
3. Виды измерений. Методы предварительной обработки результатов измерений.
4. Виды теплотехнических испытаний.

**Зачет.** Он проводится в форме ответов на тесты без использования учебников и конспектов.

**Примеры тестовых задач для зачета (ПК-5.1)**

1. Измерительное преобразование это:
  - а) отражение одной физической величины (ФВ) размером другой ФВ, функционально с ней связанной;
  - б) отражение одной ФВ размером другой ФВ, функционально с ней не связанной;
  - в) отражение одной ФВ размером другой ФВ, зависимой от третьей ФВ;
  - г) функциональная зависимость между двумя физическими величинами.
2. Класс точности измерительных устройств (ИУ) это:
  - а) обобщенная характеристика ИУ, определяемая пределом допускаемой основной погрешности, отражающим уровень их точности, при нормальных условиях;
  - б) обобщенная характеристика ИУ, определяемая пределом допускаемой основной погрешности, отражающим уровень их точности, при эксплуатационных условиях;
  - в) обобщенная характеристика ИУ, определяемая основной погрешностью, отражающей уровень их точности, в лабораторных условиях;
  - г) обобщенная характеристика ИУ, определяемая основной погрешностью, отражающей уровень их точности, при рабочих условиях.
3. Диапазон показаний ИП это область значений...
  - а) шкалы, ограниченная начальным и конечным значениями шкалы;
  - б) измеряемой величины, для которой нормирована допускаемая погрешность;
  - в) шкалы, в пределах которых может изменяться измеряемая величина;
  - г) шкалы, в пределах которой должна находиться измеряемая величина.
4. Диапазон измерения ИП это область значений...
  - а) шкалы, ограниченная начальным и конечным значениями шкалы;
  - б) измеряемой величины, для которой нормирована допускаемая погрешность;
  - в) шкалы, в пределах которых может изменяться измеряемая величина;
  - г) шкалы, в пределах которой должна находиться измеряемая величина.
5. Калибровка средств измерений это
  - а) экспериментальное определение градуировочной характеристики средства измерений;
  - б) операция нанесения отметок на шкалу;

- в) совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений;
- г) совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям.

6. Поверка средств измерений это

- а) совокупность операций, выполняемых в целях доведения погрешностей средств измерений до значений, соответствующих техническим требованиям;
- б) совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений;
- в) совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям;
- г) экспериментальное определение градуировочной характеристики средства измерений в целях определения метрологических характеристик.

7. Виды измерительных приборов:

- а) аналоговые и цифровые;
- б) сжатые;
- в) деформирующие;
- г) разжимающие;
- д) приведенные.

8. Аналоговые приборы:

- а) показания которых являются непрерывной функцией измеряемой величины;
- б) снимают показания с помощью отсчётных устройств;
- в) автоматически вырабатывают дискретные сигналы;
- г) датчики которых вырабатывают сигналы;
- д) дающие интегральные по времени показания.

9. Цифровые измерительные приборы

- а) дают интегральные по времени показания;
- б) представляют сигнал в непрерывной форме;
- в) представляющие сигналы в цифровой форме;
- г) показания которых регистрируются на диаграммной бумаге;
- д) вырабатывают сигнал измерительной формы.

10. По месту измерения устанавливают:

- а) комбинированные приборы;
- б) телеметрические приборы;
- в) дистанционные приборы;
- г) местные приборы;
- д) вторичные приборы.

11. Какие функции выполняет прибор, обозначенный на функциональной схеме буквой I

- а) отключение, включение, переключение;
- б) регулирование
- в) управление
- г) сигнализация
- д) показание.

12. Что представляет собой элемент функциональной схемы, обозначенный сочетанием букв TS

- а) прибор для измерения температуры, бесшкальный, с контактным устройством;

- б) прибор для измерения перепада давлений, регистрирующий;
- в) прибор для измерения температуры, показывающий;
- г) прибор для измерения перепада давлений, бесшкальный;
- д) регулятор температуры, бесшкальный.

13. Какие чертежи предусматривают типовые способы установки приборов, средств автоматизации и монтажных изделий

- а) монтажные чертежи;
- б) чертежи типовых конструкций;
- в) чертежи закладных конструкций;
- г) сборочные чертежи;
- д) функциональные чертежи.

### Примеры тестовых задач для зачета (ПК-5.2)

1. Основной погрешностью измерительного устройства называется:
  - а) погрешность ИУ при использовании его в нормальных условиях;
  - б) погрешность ИУ при использовании его в эксплуатационных условиях;
  - в) погрешность ИУ при использовании его в тропических условиях;
  - г) погрешность ИУ при использовании его в условиях Крайнего Севера.
2. Дополнительной погрешностью измерительного устройства называется:
  - а) погрешности, вызванные отклонением влияющих физических величин от их нормальных значений;
  - б) погрешности, вызванные отклонением измеряемой величины от ее нормального значения;
  - в) погрешности, вызванные отклонением измеряемых физических величин от их нормальных значений;
  - г) погрешности, вызванные отклонением задаваемых величин от их нормальных значений.
3. Абсолютная погрешность это:
  - а) разность показаний прибора и действительного значения измеряемой величины;
  - б) разность между действительным значением измеряемой величины и показанием прибора;
  - в) разность показаний прибора и истинного значения измеряемой величины;
  - г) разность между показанием прибора и измеряемой величиной.
4. Относительная погрешность это:
  - а) отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины, выраженное в %;
  - б) отношение абсолютной погрешности к нормированному значению, выраженное в %;
  - в) отношение абсолютной погрешности к диапазону показаний, выраженное в %;
  - г) отношение абсолютной погрешности к диапазону измерений, выраженное в %.
5. Приведенная погрешность это:
  - а) отношение абсолютной погрешности к нормированному значению, выраженное в %;
  - б) отношение абсолютной погрешности к действительному значению, выраженное в %;



- в) отношение абсолютной погрешности к диапазону измерений, выраженное в %;
- г) разность показаний прибора и действительного значения измеряемой величины.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
	ПК-5 Способен к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов объектов профессиональной деятельности при использовании типовых методов ПК-5.1. Осуществляет планирование измерения параметров технологического процесса, размещает средства измерения
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
Умения	Полнота выполненного задания
	Качество выполненного задания
	Самостоятельность выполнения задания
	Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы
Навыки	Выбор методики выполнения задания
	Владение приемами поиска информации из различной учебной литературы
	Анализ и обоснование результатов выполненных заданий
	Навыки теоретического и экспериментального исследований
	Владение навыками планирования эксперимента

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	<i>Не зачтено</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Знание терминов, определений, понятий</i>	<i>Не знает терминов и определений</i>	<i>Знает термины и определения</i>
<i>Знание основных закономерностей, соотношений, принципов</i>	<i>Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний</i>	<i>Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует</i>
<i>Объем освоенного материала</i>	<i>Не знает значительной части материала дисциплины</i>	<i>Знает материал дисциплины в достаточном объеме</i>
<i>Полнота ответов на вопросы</i>	<i>Не дает ответы на большинство вопросов</i>	<i>Дает полные ответы на поставленные вопросы</i>

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Полнота выполненного задания	Не выполняет простейшие задания по планированию и обработке экспериментальных данных	Выполняет типовые задания по планированию и обработке экспериментальных данных
Качество выполненного задания	Не справляется с простейшими задачами, вопросами и другими видами заданий	Грамотно и без ошибок справляется с простейшими задачами, вопросами и другими видами заданий
Самостоятельность выполнения задания	Не может предложить решение при видоизменении заданий	Может обосновать принятое решение при видоизменении заданий
Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы	Не умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам	Грамотно и аргументировано умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Выбор методики выполнения задания	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследований для выполнения полученного задания	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследований для выполнения полученного задания
Владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы	Не владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы	Владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы
Анализ и обоснование результатов выполненных заданий	Не владеет навыками по анализу и обоснованию результатов выполненных заданий	Владеет навыками по анализу и обоснованию результатов выполненных заданий
Навыки теоретического и экспериментального исследований	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследований	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследований
Владеет навыками планирования эксперимента	Не владеет навыками планирования эксперимента	Владеет навыками планирования, эксперимента

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-5	Способен к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов объектов профессиональной деятельности при использовании типовых методов

ПК-5.2. Обрабатывает результаты измерений по стандартным методикам	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
Умения	Полнота выполненного задания
	Качество выполненного задания
	Самостоятельность выполнения задания
	Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы
Навыки	Выбор методики выполнения задания
	Владение приемами поиска информации из различной учебной литературы
	Анализ и обоснование результатов выполненных заданий
	Навыки предварительной обработки результатов эксперимента
	Владение навыками анализа результатов эксперимента

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

#### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
<i>Знание терминов, определений, понятий</i>	<i>Не знает терминов и определений</i>	<i>Знает термины и определения</i>
<i>Знание основных закономерностей, соотношений, принципов</i>	<i>Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний</i>	<i>Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует</i>
<i>Объем освоенного материала</i>	<i>Не знает значительной части материала дисциплины</i>	<i>Знает материал дисциплины в достаточном объеме</i>
<i>Полнота ответов на вопросы</i>	<i>Не дает ответы на большинство вопросов</i>	<i>Дает полные ответы на поставленные вопросы</i>

#### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
<i>Полнота выполненного задания</i>	<i>Не выполняет простейшие задания по планированию и обработке экспериментальных данных</i>	<i>Выполняет типовые задания по планированию и обработке экспериментальных данных</i>
<i>Качество выполненного задания</i>	<i>Не справляется с простейшими задачами, вопросами и другими видами заданий</i>	<i>Грамотно и без ошибок справляется с простейшими задачами, вопросами и другими видами заданий</i>
<i>Самостоятельность выполнения задания</i>	<i>Не может предложить решение при видоизменении заданий</i>	<i>Может обосновать принятое решение при видоизменении заданий</i>
<i>Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы</i>	<i>Не умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам</i>	<i>Грамотно и аргументировано умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам</i>

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

<i>Критерий</i>	<i>Уровень освоения и оценка</i>	
	<i>Не зачтено</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Выбор методики выполнения задания</i>	<i>Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследований для выполнения полученного задания</i>	<i>Владеет навыками теоретического и экспериментального исследований для выполнения полученного задания</i>
<i>Владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы</i>	<i>Не владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы</i>	<i>Владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы</i>
<i>Анализ и обоснование результатов выполненных заданий</i>	<i>Не владеет навыками по анализу и обоснованию результатов выполненных заданий</i>	<i>Владеет навыками по анализу и обоснованию результатов выполненных заданий</i>
<i>Навыки предварительной обработки экспериментальных данных</i>	<i>Не владеет навыками предварительной обработки экспериментальных данных</i>	<i>Владеет навыками предварительной обработки экспериментальных данных</i>
<i>Владеет навыками анализа результатов эксперимента</i>	<i>Не владеет навыками анализа результатов эксперимента</i>	<i>Владеет навыками анализа результатов эксперимента</i>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации, самостоятельной работы студентов	Письменные столы; стулья; доска аудиторная для рисования маркером; проекционное оборудование; компьютеры, подключенные к сети ВУЗа с выходом в интернет; лицензионное программное обеспечение Microsoft Office
2	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
1	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
2	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Щетинина И.А., Тихомирова Т.И. Основы научных исследований: учеб. пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова. 2010. – 92 с.
2. Щетинина И.А., Тихомирова Т.И., Щетинин Н.А. Оптимизация теплотехнологических процессов в теплотехнологии: учеб. пособие, 2016. 43 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016120813383572800000652023>, по регистрации
3. Тартаковский Д. Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений: учеб. для вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. – Москва: Высшая школа, 2002. – 201 с.
4. Семенов Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях / Б. А. Семенов. - 2-е изд., доп. - СанктПетербург: Лань, 2013. – 400 с. – ISBN 978-5-8114-1392-8: Б. ц. -

- URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5107](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5107) – Режим доступа: ЭБС Лань. - Текст: электронный.
5. Порсев Е.Г. Организация и планирование экспериментов : учебное пособие. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. – 155 с. – ISBN 978-5-7782-1461-3. URL: <https://www.iprbookshop.ru/45415.html>). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.
  6. Кожухова, Н. И. Теоретические основы планирования, проведения и обработки эксперимента: учебное пособие. –Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2019. –76 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/177591>. Режим доступа: для авториз. пользователей.
  7. Трёмбовля, В. И. Теплотехнические испытания котельных установок / В. И. Трёмбовля. - 2 изд., перераб. и доп. - Москва: Энергоатомиздат, 1991. – 413 с.

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Научно-образовательная электронно-библиотечная система IPR Books: [сайт]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru).
2. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: <http://e.lanbook.com>
3. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: <https://elib.bstu.ru/>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
5. Датчики для промышленной автоматизации. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://sensor.ru/>, свободный.
6. Средства и системы промышленной автоматизации. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://asutp.ru/>, свободный
7. РОССТАНДАРТ. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.gost.ru/portal/gost/home/activity/metrology>, свободный
8. Программно-расчетный комплекс Источник – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.politerm.com/products/thermo/istochnik/>, свободный.

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ<sup>1</sup>

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями<sup>2</sup>

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

---

<sup>1</sup> Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

<sup>2</sup> Нужно подчеркнуть