

**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Архитектурно-строительный  
институт

\_\_\_\_\_ Д. В. Ульрих  
15.05.2017

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**к ОП ВО от 24.10.2017 №007-03-0433**

**дисциплины** Б.1.19 Теплотехнические измерения  
**для направления** 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
**уровень** бакалавр **тип программы** Академический бакалавриат  
**профиль подготовки** Теплогазоснабжение и микроклимат зданий  
**форма обучения** заочная  
**кафедра-разработчик** Градостроительство, инженерные сети и системы

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.10.2015 № 1081

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н.  
(ученая степень, ученое звание)

15.05.2017  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Д. В. Ульрих

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент  
(ученая степень, ученое звание,  
должность)

15.05.2017  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

С. В. Панферов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Формирование у студентов знаний, умений и навыков квалифицированных измерений и контроля качества изделий и процессов. Задачами курса «Теплотехнические измерения» являются: - изучение и критическое сопоставление методов измерения различных величин, характеризующих теплотехнические процессы; - рассмотрение измерительных схем приборов и устройств и условий их применения; - оценка перспектив развития методов и средств измерений.

### Краткое содержание дисциплины

Понятие об измерении. Общая характеристика средств измерений. Виды и методы измерений. Погрешности измерений. Обработка результатов измерений. Основные характеристики измерительных приборов и преобразователей. Эталоны. Образцовые и рабочие меры. Проблема измерения температуры. Термометры расширения. Манометрические термометры. Термоэлектрический метод. Удлиняющие термоэлектродные провода. Пирометрические милливольтметры, измерение температуры термоэлектрическими термометрами в ком-плексе с милливольтметрами. Потенциометры (компенсаторы) постоянного тока, принцип действия. Переносной потенциометр типа ПП-63. Автоматические потенциометры. Термопреобразователи сопротивления, компенсационный метод измерения сопротивления термометра сопротивления. Общая теория мостовых схем, измерение сопротивления с помощью мостов. Принцип действия логометров, схемы измерения сопротивления с логометрами. Теоретические основы измерения температуры тел по тепловому излучению, радиационные, яркостные и цветковые пирометры. Измерение давления, основные понятия и определения. Жидкостные приборы давления с видимым уровнем. Приборы давления с упругими чувствительными элементами (прямого и непрямого действия). Дифференциальные манометры. Измерение скорости, расхода и количества вещества, основные понятия и определения. Измерение расхода и количества вещества по перепаду давления в сужающем устройстве. Измерение скоростей и расходов жидкостей и газов напорными трубками. Расходомеры постоянного перепада давления. Тахометрические, турбинные, шариковые, индукционные и ультразвуковые расходомеры. Анемометры. Измерение уровня жидкостей. Уровнемеры с визуальным отсчетом. Гидростатические уровнемеры. Емкостные и индуктивные уровнемеры. Радиолокационные уровнемеры. Поплавковые и буйковые уровнемеры. Измерение влажности газов, характеристики влажности. Психрометры (автоматические и неавтоматические). Гигрометрические влагомеры. Метод точки росы. Анализ состава газов. Тепловой газоанализатор. Термомагнитные газоанализаторы. Твердоэлектродные датчики кислорода. Измерение солесодержания пара и котловой воды. Приборы для определения содержания кислорода, растворенного в воде. Приборы для определения содержания водорода, растворенного в воде и паре.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-1 способностью участвовать в сборе и	Знать: основные виды теплотехнических

анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	измерительных приборов.
	Уметь:подбирать оптимальный набор датчиков и вторичных измерительных приборов для объекта автоматизации.
	Владеть:
ПК-12 готовностью участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования	Знать:принципы действия, устройство типовых измерительных приборов для измерения электрических и неэлектрических величин.
	Уметь:измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений, готовить оборудование и документацию к сертификации.
	Владеть:
ПК-11 готовностью участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах	Знать:основные виды теплотехнических измерительных приборов.
	Уметь:измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений, готовить оборудование и документацию к сертификации.
	Владеть:основными методами измерений температуры, давления, расхода, уровня жидкости, влажности, скорости воздушных потоков, химического состава жидкостей и газов, обработки результатов и оценки погрешностей измерений.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
В.1.08 Введение в направление подготовки, Б.1.06 Физика, Б.1.05 Математика	В.1.13 Вентиляция, Б.1.20 Автоматизация систем теплогазоснабжения и микроклимата зданий, В.1.16 Кондиционирование воздуха и холодоснабжение

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.06 Физика	Знать: основные законы физики, проводить физические эксперименты, анализировать результаты эксперимента с привлечением методов математической статистики и информационных технологий. Владеть: основными методами теоретического и экспериментального исследования физических явлений.
Б.1.05 Математика	Знать: основы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных, аналитической геометрии и линейной алгебры, векторного и

	гармонического анализа, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, интегральных преобразований, основы численных методов, элементы теории функций комплексной переменной, элементы теории вероятностей и математической статистики в объеме, достаточном для изучения естественнонаучных дисциплин на современном научном уровне. Уметь: использовать математический аппарат при изучении естественнонаучных дисциплин, строить математические модели физических явлений, анализировать результаты эксперимента с привлечением методов математической статистики. Владеть: методами дифференцирования, интегрирования функций, основными аналитическими и численными методами решения алгебраических и дифференциальных уравнений.
В.1.08 Введение в направление подготовки	Знать: общее представление о системах теплогазоснабжения и вентиляции. Уметь: работать с научно-технической литературой по профилю; обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию для последующего использования в своей деятельности. Владеть: методикой решения технических задач.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия</i>	16	16	
Лекции (Л)	10	10	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	6	6	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	128	128	
Изучение тем не вошедших в курс лекций	30	30	
Подготовка к экзамену	78	78	
Подготовка к лабораторным работам	20	20	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах
-----------	----------------------------------	---

		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Предмет курса	0,5	0,5	0	0
2	Общие сведения об измерениях, обработка результатов измерений	1,5	0,5	0	1
3	Методы и средства измерения температуры	6	2	0	4
4	Методы и средства измерения давления	1	1	0	0
5	Методы и средства измерения скорости, расхода и количества вещества	3	2	0	1
6	Методы и средства измерения уровня жидкостей	1	1	0	0
7	Измерение влажности газов	1	1	0	0
8	Анализ состава газов	1	1	0	0
9	Методы и средства контроля качества воды, пара, конденсата и концентрации растворов	1	1	0	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение	0,5
2	2	Понятие об измерении. Общая характеристика средств измерения. Виды и методы измерений. Погрешности измерений. Обработка результатов измерения. Основные характеристики измерительных приборов и преобразователей. Вариация разности показаний прибора.	0,5
3	3	Жидкостные термометры расширения. Механические термометры расширения. Манометрические термометры. Термоэлектрические приборы измерения температуры. Свойства термопар. Конструкции и характеристики промышленных термопар. Удлиняющие термоэлектродные провода. Основные технические характеристики удлиняющих проводов. Пирометрические милливольтметры. Измерение температуры термоэлектрическими термометрами в комплекте с милливольтметрами. Потенциометры (компенсаторы) постоянного тока принцип действия. Автоматические потенциометры. Термопреобразователи сопротивления. Потенциометрический (компенсационный) способ измерения сопротивления термометра. Измерение сопротивлений с помощью мостов. Измерение сопротивления с помощью уравновешенного моста. Автоматически уравновешенные мосты. Принципиальные схемы. Схема подключения термометров сопротивления к мостам. Магнитоэлектрические логометры, принцип действия. Измерение температуры термометрами сопротивления в комплекте с логометрами. Пирометры.	2
4	4	Измерение давления, основные понятия и определения. Жидкостные приборы давления с видимым уровнем. Приборы давления прямого действия с упругими чувствительными элементами. Дифманометры.	1
5	5	Измерение расхода и количества вещества, основные понятия и определения. Измерение расхода и количества вещества по перепаду давления в сужающем устройстве. Уравнение расхода для несжимаемой жидкости. Стандартные сужающие устройства. Напорные трубки. Расходомеры постоянного перепада давления. Индукционные расходомеры. Ультразвуковые расходомеры. Калориметрические расходомеры. Тахометрические расходомеры. Тепломеры и теплосчётчики. Анемометры.	2
6	6	Уровнемеры с визуальным отсчётом. Гидростатические уровнемеры. Измерение уровня для закрытых резервуаров под давлением. Радиолокационные уровнемеры. Поплавковые уровнемеры.	1
7	7	Измерение влажности газов, характеристики влажности. Методы измерения	1

		влажности газов. Психрометры. Гигрометрические влагомеры.	
8	8	Анализ состава газов, общие сведения. Тепловые газоанализаторы. Термомагнитные газоанализаторы. Твёрдо-электролитные датчики концентрации кислорода. Контроль состава дымовых газов. Химические газоанализаторы.	1
9	9	Влияние растворённых в воде солей и газов на работу оборудования. Солемеры. Датчики растворённого кислорода.	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
5	2	Определение доверительного интервала для измеряемой величины	1
1	3	Изучение термоэлектрического метода измерения температуры и градуировка термодпары.	2
2	3	Градуировка медного термометра сопротивления	1
3	3	Градуировка термистора типа ММТ	1
4	5	Изучение принципа действия и градуировка ротаметра	0,5
6	5	Градуировка теплового расходомера	0,5

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	ПУМД, осн. лит. 1, с.5-100	78
Изучение тем не вошедших в курс лекций	ПУМД, доп. лит. 1-3	30
Подготовка к лабораторным работам	Теплотехнические измерения и приборы: учебное пособие к лабораторным работам/ В.И. Панферов, С.В. Панферов. - Челябинск: издательский центр ЮУрГУ, 2010. - 25 с.	20

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Интерактивная доска, мультимедийное оборудование	Лекции	Комплект электронных плакатов, предназначенный для демонстрации при помощи мультимедийного проектора или интерактивной доски	8

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
---------------------	---

обучения	
Интерактивная доска, мультимедийное оборудование	Комплект электронных плакатов , предназначенный для демонстрации при помощи мультимедийного проектора или интерактивной доски

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНЫ	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-1 способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Экзамен	Вопросы к экзамену
Все разделы	ПК-12 готовностью участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования	Экзамен	Вопросы к экзамену
Методы и средства измерения температуры	ПК-11 готовностью участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах	Лабораторные работы	Вопросы к лабораторным работам
Методы и средства измерения скорости, расхода и количества вещества	ПК-11 готовностью участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах	Лабораторные работы	Вопросы к лабораторным работам

### 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Отчет по лабораторным работам	Выполнение измерений, обработка результатов измерений и заполнение отчёта по лабораторной работе, контрольный опрос.	Зачтено: Оценка «зачтено» выставляется студенту, который дал правильные ответы на 80% поставленных вопросов. Не зачтено: Оценка "не зачтено" выставляется студенту, который дал правильные ответы менее чем на 80% поставленных вопросов.
Экзамен	Экзамен проводится в письменной форме. Каждому студенту выдается билет. В каждом билете содержится два теоретических вопроса. После проверки	Отлично: Оценка «Отлично» выставляется за экзамен студенту, который в полном объеме раскрывает все вопросы билета.

	<p>письменных ответов на теоретические вопросы преподаватель выставляет оценку.</p> <p>При необходимости преподаватель проводит дополнительное собеседование по темам билета. По результатам собеседования преподаватель выставляет оценку.</p>	<p>Хорошо: Оценка «Хорошо» выставляется за экзамен студенту, который в полном объеме раскрывает один вопрос и даёт ответ на второй с небольшими недочётами.</p> <p>Удовлетворительно: Оценка «Удовлетворительно» выставляется за экзамен студенту, который в достаточном объеме раскрывает один из теоретических вопросов и допускает значительные недочеты при ответе на второй.</p> <p>Неудовлетворительно: Оценка «Неудовлетворительно» выставляется за экзамен студенту, который раскрыл ответ только на один вопрос.</p>
--	---	---

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Отчет по лабораторным работам	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каков механизм возникновения термо-э.д.с. в спае двух разнородных металлов?</li> <li>2. Как вводится поправка в показания термопары на температуру ее свободных концов?</li> <li>3. Сформулируйте свойства термопар.</li> <li>4. Каков принцип измерения температуры с помощью термопреобразователей сопротивления?</li> <li>5. Сформулируйте условие равновесия электрического моста.</li> <li>6. Что понимается под «температурным коэффициентом сопротивления»?</li> <li>7. Расскажите, как устроены медные промышленные термометры сопротивления.</li> <li>8. Почему ротаметр называется расходомером постоянного перепада давления?</li> <li>9. Какие явления имеют место в ротаметре при изменении расхода среды?</li> <li>10. Как градуируются промышленные ротаметры?</li> <li>11. Как изменяется сопротивление термистора в зависимости от температуры?</li> <li>12. Что понимается под чувствительностью преобразователя?</li> <li>13. Укажите достоинства и недостатки термисторов.</li> <li>14. Сформулируйте понятие «доверительный интервал».</li> <li>15. Почему с уменьшением доверительной вероятности доверительный интервал становится «уже»?</li> <li>16. Что оценивает среднее квадратическое отклонение?</li> <li>17. Почему среднее арифметическое наблюдаемых значений является случайной величиной?</li> <li>18. Расскажите принцип действия теплового расходомера.</li> <li>19. Как устроена батарея термопар расходомера?</li> <li>20. Укажите достоинства и недостатки тепловых расходомеров.</li> </ol>
Экзамен	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем различие между измерительным прибором и измерительным преобразователем?</li> <li>2. Как вычисляется абсолютная погрешность измерения?</li> <li>3. Как вычисляется относительная погрешность измерения?</li> <li>4. Что такое систематическая погрешность измерения?</li> </ol>

5. Что такое случайная погрешность измерения?
6. Как, зная класс точности прибора, определить абсолютную погрешность измерения?
7. Что такое доверительный интервал?
8. Какие типы термометров Вы знаете?
9. Принцип действия манометрического термометра.
10. Принцип действия биметаллического термометра.
11. Чем определяется чувствительность жидкостного термометра расширения?
12. С увеличением температуры свободных концов сигнал термопары увеличивается или уменьшается?
14. Расшифруйте аббревиатуру ТХА.
15. Расшифруйте аббревиатуру ТСП.
16. Расшифруйте аббревиатуру ТСМ.
17. В комплекте с каким измерительным преобразователем работает пирометрический милливольтметр?
18. Какой измерительный преобразователь подключается к потенциометру?
19. В комплекте с каким измерительным преобразователем работает электрический мост?
20. Как называются приборы, применяемые для бесконтактного измерения температуры?
21. Какую температуру тела определяет оптический пирометр?
22. Какую температуру тела определяет пирометр спектрального отношения?
23. Какую температуру тела определяет пирометр полного излучения?
24. Как давление, выраженное в единицах столба рабочей жидкости, перевести в Па?
25. Укажите достоинства микроманометра с наклонной измерительной трубкой.
26. Какие приборы давления прямого действия Вы знаете?
27. Сужающее устройство – это первичный измерительный преобразователь?
28. Какие расходомеры Вы знаете?
29. Для измерения расхода каких жидкостей применяются индукционные расходомеры?
30. Для измерения какой величины применяется трубка Пито?
31. Анемометр – это прибор для измерения?
32. Какие характеристики влажности газов Вы знаете?
33. Температура точки росы – это такая температура, при которой?
34. Психрометр – это прибор для измерения ?
35. Какие типы газоанализаторов Вы знаете?
36. Принцип действия термомагнитного газоанализатора.
37. Укажите алгоритм работы теплосчетчиков, применяемых в системах теплоснабжения.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Иванова, Г. М. Теплотехнические измерения и приборы Учеб. для вузов по направлению подгот. "Теплоэнергетика" Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МЭИ, 2005. - 458 с.
2. Гордов, А. Н. Основы температурных измерений. - М.:

Энергоатомиздат, 1992. - 304 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Азимов, Р. К. Тепловые преобразователи направления потока и расхода газов и жидкостей. - М.: Энергоатомиздат, 1993. - 94,[2] с. ил.
2. Шишкин, И. Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством Учеб. для инженер. спец. техн. вузов Под ред. Н. С. Соломенко. - М.: Издательство стандартов, 1990. - 341,[1] с. ил.
3. Преображенский, В. П. Теплотехнические измерения и приборы Учебник для спец. "Автоматизация теплоэнерг. процессов". - 3-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1978. - 703 с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Теплотехнические измерения и приборы: учебное пособие к лабораторным работам/ В.И. Панферов, С.В. Панферов. - Челябинск: издательский центр ЮУрГУ, 2010. - 25 с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

**Электронная учебно-методическая документация**

Нет

**9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса**

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

**10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	330 (Л.к.)	Мультимедийное оборудование, интерактивная доска
Лабораторные занятия	323 (Л.к.)	Термопары, термометры сопротивления медные, термисторы, ротаметр, тепловой расходомер, уравновешенные мосты сопротивления, мультиметры, термометры жидкостные, мерные сосуды.