

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Ульрих Д. В.	
Пользователь: ulrikhdyv	
Дата подписания: 18.06.2024	

Д. В. Ульрих

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П3.06 Теплотехнические измерения  
**для направления** 08.03.01 Строительство  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Теплогазоснабжение и микроклимат зданий  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Градостроительство, инженерные сети и системы

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению  
подготовки 08.03.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от  
31.05.2017 № 481

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., доц.

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Ульрих Д. В.	
Пользователь: ulrikhdyv	
Дата подписания: 18.06.2024	

Д. В. Ульрих

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Панферов С. В.	
Пользователь: ranferovsv	
Дата подписания: 18.06.2024	

С. В. Панферов

Челябинск

## 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 комплекте 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 цветовые 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. Твердоэлектролитные 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
ПК-3 Способен проводить оценку технических и	Знает: основные виды теплотехнических

технологических решений систем теплогазоснабжения и микроклимата зданий	измерительных приборов. Умеет: подбирать оптимальный набор датчиков и вторичных измерительных приборов для объекта автоматизации. Имеет практический опыт: -
ПК-4 Способен выполнять обоснование проектных решений, расчет и проектирование систем теплогазоснабжения и микроклимата зданий	Знает: принципы действия, устройство типовых измерительных приборов для измерения электрических и неэлектрических величин. Умеет: подбирать оптимальный набор датчиков и вторичных измерительных приборов для объекта. Имеет практический опыт: -
ПК-5 Способен организовывать работы по эксплуатации и техническому обслуживанию систем теплогазоснабжения и микроклимата зданий	Знает: основные виды теплотехнических измерительных приборов. Умеет: измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений, готовить оборудование и документацию к сертификации. Имеет практический опыт: владения 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
Методы решения задач теплообмена, Тепломассообмен, Гидравлика инженерных систем, Техническая термодинамика, Основы гидравлики и теплотехники, Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр), Производственная практика (технологическая) (4 семестр)	Водоподготовка, Промышленная вентиляция и охрана воздушного бассейна, Вентиляция, Автоматизация систем теплогазоснабжения и микроклимата зданий, Водно-химические режимы систем теплоснабжения, Насосы, вентиляторы, компрессоры, Газоснабжение, Кондиционирование воздуха и холодоснабжение, Тепловой режим зданий, Теплогенерирующие установки, Теплоснабжение, Производственная практика (исполнительская) (6 семестр), Производственная практика (преддипломная) (8 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Техническая термодинамика	Знает: основные понятия и законы

	термодинамики; термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках. Умеет: пользоваться справочными данными и информационными базами по теплофизическим свойствам веществ; проводить анализ эффективности циклов тепловых двигателей, холодильных установок и тепловых насосов с расчетом количественных характеристик этой эффективности. Имеет практический опыт: расчета и анализа эффективности циклов тепловых двигателей, холодильных установок и тепловых насосов с расчетом количественных характеристик этой эффективности.
Гидравлика инженерных систем	Знает: фундаментальные законы гидростатики и гидродинамики, необходимые для понимания функционирования инженерных систем. Умеет: определять гидравлические сопротивления и потери напора при движении жидкости. Имеет практический опыт: расчета гидравлических параметров инженерных систем.
Методы решения задач теплообмена	Знает: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам., основы расчёта процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования., законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам. Умеет: рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов теплообмена., рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов теплообмена., обеспечивать нормальный температурный режим работы элементов оборудования и минимализировать потери теплоты; рассчитывать передаваемые тепловые потоки. Имеет практический опыт: основ расчёта процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования., основ расчёта процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования., основ расчёта процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.
Тепломассообмен	Знает: основы расчёта процессов теплопереноса

	<p>в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования., законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам., законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам. Умеет: рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов теплообмена., обеспечивать нормальный температурный режим работы элементов оборудования и минимализировать потери теплоты; рассчитывать передаваемые тепловые потоки., рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов теплообмена. Имеет практический опыт: основ расчёта процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования., основ расчёта процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования., основ расчёта процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p>
Основы гидравлики и теплотехники	<p>Знает: фундаментальные законы гидростатики и гидродинамики, необходимые для понимания функционирования инженерных систем. Умеет: определять гидравлические сопротивления и потери напора при движении жидкости. Имеет практический опыт: расчета гидравлических параметров инженерных систем.</p>
Производственная практика (технологическая) (4 семестр)	<p>Знает: размещение технологического оборудования в соответствии с технологией производства на профильных объектах, принцип работы, нормы техники безопасности., способы социального взаимодействия; установленные нормы и правила командной работы. Умеет: использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда; составлять и оформлять оперативную документацию,, определять свою роль в команде, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели; оценивать идеи других членов команды для достижения поставленной цели. Имеет практический опыт: -, обмена информацией, знаниями и опытом с членами</p>

Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)	команды. Знает: Принципы проектирования в универсальных и специализированных программах., Современные средства вычислительной техники и информационные технологии, универсальные и специализированные программы. Умеет: Использовать современные информационные технологии, универсальные и специализированные программы., Обрабатывать, анализировать и представлять информацию в профессиональной деятельности с использованием информационных технологий, универсальных и специализированных программы. Имеет практический опыт: Создания элементов цифровых моделей объектов профессиональной деятельности., Создания элементов цифровых моделей объектов профессиональной деятельности.
---	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>			
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	8	8	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75	
Подготовка к лабораторным работам	6	6	
Изучение тем не вошедших в курс лекций	9	9	
Подготовка к зачету	20,75	20,75	
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-		зачет

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Предмет курса	1	1	0	0
2	Общие сведения об измерениях, обработка результатов измерений	5	3	0	2
3	Методы и средства измерения температуры	7	4	0	3

4	Методы и средства измерения давления	2	2	0	0
5	Методы и средства измерения скорости, расхода и количества вещества	7	4	0	3
6	Методы и средства измерения уровня жидкостей	2	2	0	0
7	Измерение влажности газов	2	2	0	0
8	Анализ состава газов	2	2	0	0
9	Методы и средства контроля качества воды, пара, конденсата и концентрации растворов	4	4	0	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение	1
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.	3
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.	4
4	4	Измерение давления, основные понятия и определения. Жидкостные приборы давления с видимым уровнем. Приборы давления прямого действия с упругими чувствительными элементами. Дифманометры.	2
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 трубы. Расходомеры постоянного перепада давления. Индукционные расходомеры. Ультразвуковые расходомеры. Калориметрические расходомеры. Тахометрические расходомеры. Тепломеры и теплосчётки. Анемометры.	4
6	6	Уровнемеры с визуальным отсчётом. Гидростатические уровнемеры. Измерение уровня для закрытых резервуаров под давлением. Радиолокационные уровнемеры. Поплавковые уровнемеры.	2
7	7	Измерение влажности газов, характеристики влажности. Методы измерения влажности газов. Психрометры. Гигрометрические влагомеры.	2
8	8	Анализ состава газов, общие сведения. Тепловые газоанализаторы. Термомагнитные газоанализаторы. Твёрдо-электролитные датчики концентрации кислорода. Контроль состава дымовых газов. Химические газоанализаторы.	2

9	9	Влияние растворённых в воде солей и газов на работу оборудования. Солемеры. Датчики растворённого кислорода.	4
---	---	--	---

## 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	2
1	3	Изучение термоэлектрического метода измерения температуры и градуировка термопары.	1
2	3	Градуировка медного термометра сопротивления	1
3	3	Градуировка термистора типа ММТ	1
4	5	Изучение принципа действия и градуировка ротаметра	1
6	5	Градуировка теплового расходомера	2

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к лабораторным работам	Панферов, С. В. Теплотехнические измерения и приборы [Текст] учеб. пособие к лаб. работам по направлению "Стр-во" С. В. Панферов, В. И. Панферов, Е. К. Дорошенко ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Градостр-во, инж. сети и системы ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2018. - 28, [2] с. ил.	5	6
Изучение тем не вошедших в курс лекций	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.	5	9
Подготовка к зачету	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.	5	20,75

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

## 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се- местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи- тыва- ется в ПА
1	5	Текущий контроль	Выполнение и защита лабораторной работы 1	1	1	1 балл - студент выполнил и защитил лабораторную работу 0 баллов - студент не выполнил и не защитил лабораторную работу	зачет
2	5	Текущий контроль	Выполнение и защита лабораторной работы 2	1	1	1 балл - студент выполнил и защитил лабораторную работу 0 баллов - студент не выполнил и не защитил лабораторную работу	зачет
3	5	Текущий контроль	Выполнение и защита лабораторной работы 3	1	1	1 балл - студент выполнил и защитил лабораторную работу 0 баллов - студент не выполнил и не защитил лабораторную работу	зачет
4	5	Текущий контроль	Выполнение и защита лабораторной работы 4	1	1	1 балл - студент выполнил и защитил лабораторную работу 0 баллов - студент не выполнил и не защитил лабораторную работу	зачет
5	5	Текущий контроль	Выполнение и защита лабораторной работы 5	1	1	1 балл - студент выполнил и защитил лабораторную работу 0 баллов - студент не выполнил и не защитил лабораторную работу	зачет
6	5	Текущий контроль	Выполнение и защита лабораторной работы 6	1	1	1 балл - студент выполнил и защитил лабораторную работу 0 баллов - студент не выполнил и не защитил лабораторную работу	зачет
7	5	Проме- жуточная аттестация		Зачет	-	5 баллов - выставляется студенту, в полном объёме раскрывшему все вопросы билета. 4 балла - выставляется студенту, в неполном объёме раскрывшему все вопросы билета. В том случае если ответы были неполными, или содержали несущественные ошибки. 3 балла - выставляется студенту, в неполном объёме раскрывшему все вопросы билета с ошибками и недочетами. 2 балла - выставляется студенту, сумевшему дать правильный ответ на один вопрос, на второй вопрос ответ не дан. 1 балл - выставляется студенту, который раскрыл ответ только на один вопрос со значительными ошибками недочетами. 0 баллов - выставляется студенту, который не раскрыл ответы на оба вопроса.	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид	Процедура проведения	Критерии
-----	----------------------	----------

промежуточной аттестации		оценивания
зачет	Зачет проходит в устной форме. В аудиторию заходят не более четырёх студентов. Обучающиеся берут билеты и 30 минут готовятся к сдаче зачёта, после чего дают ответы на 2 вопроса в билете в устной форме. При необходимости студенту могут быть заданы дополнительные вопросы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ						
		1	2	3	4	5	6	7
ПК-3	Знает: основные виды теплотехнических измерительных приборов.	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
ПК-3	Умеет: подбирать оптимальный набор датчиков и вторичных измерительных приборов для объекта автоматизации.	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
ПК-3	Имеет практический опыт: -							+
ПК-4	Знает: принципы действия, устройство типовых измерительных приборов для измерения электрических и неэлектрических величин.	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
ПК-4	Умеет: подбирать оптимальный набор датчиков и вторичных измерительных приборов для объекта.	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
ПК-4	Имеет практический опыт: -							+
ПК-5	Знает: основные виды теплотехнических измерительных приборов.	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
ПК-5	Умеет: измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений, готовить оборудование и документацию к сертификации.	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
ПК-5	Имеет практический опыт: владения основными методами измерений температуры, давления, расхода, уровня жидкости, влажности, скорости воздушных потоков, химического состава жидкостей и газов, обработки результатов и оценки погрешностей измерений.	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. 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.

#### б) дополнительная литература:

1. 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:

Не предусмотрены

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

1. Панферов, С. В. Теплотехнические измерения и приборы [Текст] учеб. пособие к лаб. работам по направлению "Стр-во" С. В. Панферов, В. И.

Панферов, Е. К. Дорошенко ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Градостр-во, инж. сети и системы ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2018. - 28, [2] с. ил.

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

### **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### **8. 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, предустановленное программное обеспечение Microsoft-Office(бессрочно), Microsoft-Windows(бессрочно)
Лабораторные занятия	323 (Л.к.)	Термопары, термометры сопротивления медные, термисторы, ротаметр, тепловой расходомер, уравновешенные мосты сопротивления, мультиметры, термометры жидкостные, мерные сосуды.