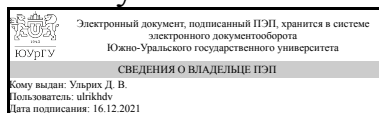


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Архитектурно-строительный  
институт



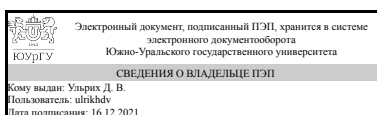
Д. В. Ульрих

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П4.06 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

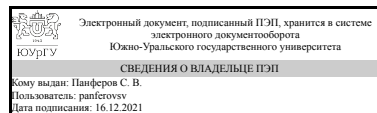
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.05.2017 № 481

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



Д. В. Ульрих

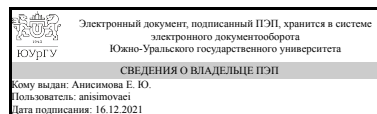
Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



С. В. Панферов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы  
к.техн.н., доц.



Е. Ю. Анисимова

## 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 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. 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
Техническая термодинамика, Гидравлика инженерных систем, Тепломассообмен, Методы решения задач теплообмена, Производственная практика, технологическая практика (4 семестр)	Водоподготовка, Тепловой режим зданий, Практикум по теплогенерирующим установкам, Теплогенерирующие установки, Промышленная вентиляция и охрана воздушного бассейна, Газоснабжение, Теплоснабжение, Автоматизация систем теплогазоснабжения и микроклимата зданий, Водно-химические режимы систем теплоснабжения, Вентиляция, Кондиционирование воздуха и холодоснабжение, Насосы, вентиляторы, компрессоры, Производственная практика, преддипломная практика (8 семестр), Производственная практика, исполнительская практика (6 семестр)

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

Дисциплина	Требования
------------	------------

Тепломассообмен	<p>Знает: 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., основамы расчёта процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования. 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>
Техническая термодинамика	<p>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.</p>
Методы решения задач теплообмена	<p>Знает: 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., законы и основные</p>

	<p>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.</p>
Гидравлика инженерных систем	<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 практика (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 команды.</p>

#### 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>	32	32	
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	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к зачету	20,75	20.75	
Изучение тем не вошедших в курс лекций	9	9	
Подготовка к лабораторным работам	6	6	
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 трубки. Расходомеры постоянного перепада давления. Индукционные расходомеры. Ультразвуковые расходомеры. Калориметрические расходомеры. Тахометрические расходомеры. Тепломеры и теплосчётчики. 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 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
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 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

#### 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается 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	Промежуточная аттестация	Зачет	-	5	5 баллов - выставляется студенту, в полном объеме раскрывшему все вопросы билета. 4 балла - выставляется студенту, в неполном объеме раскрывшему все вопросы билета. В том случае если ответы были неполными, или содержали несущественные ошибки. 3 балла - выставляется студенту, в неполном объеме 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 промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии 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. Оценочные материалы

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.	+	+	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному 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.
2. Гордов, А. Н. Основы температурных измерений. - М.: Энергоатомиздат, 1992. - 304 с. ил.

#### 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
Лабораторные занятия	323 (Л.к.)	Термопары, термометры сопротивления медные, термисторы, ротаметр, тепловой расходомер, уравновешенные мосты сопротивления, мультиметры, термометры жидкостные, мерные сосуды.
Лекции	330 (Л.к.)	Мультимедийное оборудование, интерактивная доска, предустановленное программное обеспечение Microsoft-Office(бессрочно), Microsoft-Windows(бессрочно)