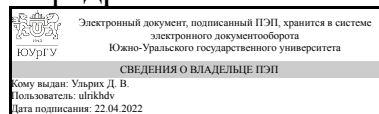


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



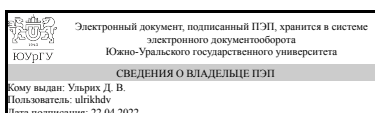
Д. В. Ульрих

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П4.04 Тепломассообмен  
для направления 08.03.01 Строительство  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Теплогазоснабжение и микроклимат зданий  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Градостроительство, инженерные сети и системы

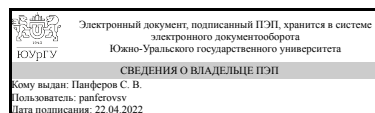
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.05.2017 № 481

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



Д. В. Ульрих

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



С. В. Панферов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является комплексное изучение технической термодинамики и теплообмена как инженерной дисциплины. В результате освоения дисциплины обучающиеся должны освоить методы выполнения расчётов основных процессов теплообмена: теплопроводности в элементах конструкций, теплообмена при свободной и вынужденной конвекции, двухфазного теплообмена, радиационного теплообмена, научиться рассчитывать теплообменные аппараты и применять методы интенсификации теплопередачи.

## Краткое содержание дисциплины

Введение. Предмет курса. Стационарная и нестационарная теплопроводность. Конвективный теплообмен. Теплообмен при фазовых превращениях. Элементы теории теплообмена. Тепловое излучение. Расчёты теплообменных аппаратов.

## 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 технологических решений систем теплогазоснабжения и микроклимата зданий	Знает: 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. Имеет практический опыт: основ расчёта процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.
ПК-4 Способен выполнять обоснование проектных решений, расчет и проектирование систем теплогазоснабжения и микроклимата зданий	Знает: основы 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. Имеет практический опыт: основ расчёта процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.
ПК-5 Способен организовывать работы по эксплуатации и техническому обслуживанию систем теплогазоснабжения и микроклимата зданий	Знает: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам. Умеет: обеспечивать нормальный температурный

	режим работы элементов оборудования и минимализировать потери теплоты; рассчитывать передаваемые тепловые потоки. Имеет практический опыт: основ расчёта процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.
--	---

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Гидравлика инженерных систем	Водоподготовка, Природные источники теплоты, Автоматизация систем теплогазоснабжения и микроклимата зданий, Газоснабжение, Водно-химические режимы систем теплоснабжения, Промышленная вентиляция и охрана воздушного бассейна, Насосы, вентиляторы, компрессоры, Практикум по теплогенерирующим установкам, Вентиляция, Отопление, Теплогенерирующие установки, Теплотехнические измерения, Теплоснабжение, Кондиционирование воздуха и холодоснабжение, Теплофизика ограждающих конструкций, Тепловой режим зданий, Производственная практика, исполнительская практика (6 семестр), Производственная практика, преддипломная практика (8 семестр)

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

Дисциплина	Требования
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.

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 49,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	52,75	52,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Выполнение курсового проекта	25	25	
Подготовка к лабораторным работам	6	6	
Подготовка к зачёту	21,75	21,75	
Консультации и промежуточная аттестация	7,25	7,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет,КП	

## 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	Стационарная и нестационарная теплопроводность	20	12	0	8
3	Конвективный теплообмен	12	8	0	4
4	Теплообмен при фазовых превращениях	2	2	0	0
5	Элементы теории массообмена	2	2	0	0
6	Тепловое излучение	9	5	0	4
7	Расчёт теплообменных аппаратов	2	2	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Предмет курса. Основные понятия и определения теории теплообмена: теплопроводность, температурное поле, тепловой поток, конвективный теплообмен, теплообмен излучением, сложный теплообмен.	1
2	2	Закон Фурье. Теплопроводность строительных материалов. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Граничные условия I, II, III и IV родов.	2
3	2	Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность в плоской, цилиндрической и шаровой стенках, многослойные стенки, термическое сопротивление теплопроводности. Теплопроводность при граничных условиях III рода.	2
4	2	Теплопередача: коэффициент и термическое сопротивление. Критический диаметр цилиндрической стенки. Принципы технико-экономического расчёта	2

		тепловой изоляции трубопроводов.	
5	2	Теплопроводность вдоль тонкого стержня постоянного поперечного сечения. Температурное поле в ребре бесконечной и конечной длины. Принципы расчёта температурного поля в ребре переменного сечения. Тепловой поток ребра, коэффициент эффективности ребра. Теплопередача через оребрённую стенку.	2
6	2	Стационарная теплопроводность, при наличии внутренних источников теплоты для тел различной геометрической формы. Расчёт температурного поля для случая двумерной стационарной теплопроводности.	2
7	2	Нестационарная теплопроводность. Постановка и метод Фурье для расчёта температурного поля для тел различной геометрической формы: пластины, цилиндра шара. Понятие о регулярном тепловом режиме. Определение количества теплоты, отданного в процессе нестационарного теплообмена. Метод конечных разностей для решения задач нестационарной теплопроводности.	2
8	3	Основные понятия конвективного теплообмена. Закон Ньютона-Рихмана, сущность коэффициента теплоотдачи, основные факторы, определяющие его значение. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарный и турбулентный режимы течения. Число подобия Рейнольдса и его физический смысл.	2
9	3	Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена: уравнения энергии, движения, сплошности. Условия однозначности.	2
10	3	Основы теории подобия и моделирования процессов конвективного теплообмена. Числа подобия. Основы теории пограничного слоя: ламинарный, переходный, турбулентный режимы движения, тепловой и гидродинамический пограничные слои.	2
11	3	Теплообмен при поперечном обтекании одиночной трубы и пучка труб. Расчётные зависимости для теплоотдачи. Теплообмен при течении жидкости в трубах, каналах. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача при совместном осуществлении свободного и вынужденного движения.	2
12	4	Теплообмен при фазовых превращениях. Конденсация. Основные физические закономерности и расчётные формулы. Теплообмен при кипении. Основные физические представления и расчётные формулы.	2
13	5	Основные понятия и определения теории массообмена. Концентрационная, термо- и бародиффузия, Закон Фика. Конвективный массообмен. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. Основные физические представления и методы расчётов. Массоперенос в капиллярнопористых телах	2
14	6	Тепловое излучение. Основные понятия и определения. Законы Планка, Вина, Релея-Джинса, Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта и др.	2
15	6	Излучение в системе серых тел.	2
16	6	Излучение газов и паров.	1
17	7	Классификация теплообменных аппаратов. Основы теплового расчёта теплообменных аппаратов рекуперативного и регенеративного типов.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во
-----------	-----------	---	--------

			часов
1	2	Определение коэффициента теплопроводности строительных материалов методом плиты при стационарном тепловом потоке	2
2	2	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов методом трубы	2
3	2	Определение коэффициента температуропроводности твёрдых тел методом регулярного теплового режима	2
4	2	Исследование температурного поля и определение коэффициентов теплоотдачи для внутренней и внешней поверхностей стены здания	2
5	3	Исследование теплозащитных свойств наружной стены	2
6	3	Исследование теплозащитных свойств окна	2
7	6	Исследование температурного поля и определение коэффициентов теплоотдачи для внутренней и внешней поверхностей окна со спаренными переплётами и двойным остеклением	2
8	6	Определение суммарных коэффициентов теплоотдачи и степени черноты при сложном теплообмене между телами	2

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение курсового проекта	Цветков, Ф. Ф. Тепломассообмен [Текст] учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев. - М.: Издательский дом МЭИ, 2011. - 559 с. ил.	4	25
Подготовка к лабораторным работам	Панферов, С. В. Тепломассообмен [Текст] учеб. пособие к лаб. работам по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" С. В. Панферов, С. В. Панферов, Е. К. Дорошенко ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Теплогазоснабжение и вентиляция ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 38, [2] с. ил. электрон. версия	4	6
Подготовка к зачёту	Цветков, Ф. Ф. Тепломассообмен [Текст] учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев. - М.: Издательский дом МЭИ, 2011. - 559 с. ил.	4	21,75

#### 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)

№	Се-	Вид	Название	Вес	Макс.	Порядок начисления баллов	Учи-
---	-----	-----	----------	-----	-------	---------------------------	------

КМ	местр	контроля	контрольного мероприятия		балл		тыва - ется в ПА
1	4	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	4	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	4	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	4	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	4	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	4	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	4	Промежуточная аттестация	Курсовой проект	-	5	5 баллов - курсовой проект полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими расчётами и выводами. На защите студент показывает глубокое знание темы, свободно оперирует специальной терминологией, с лёгкостью отвечает на поставленные вопросы. 4 балла - курсовой проект полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими расчётами и выводами, однако при её выполнении были допущены исправленные в последствии ошибки, или имелись прочие недочёты. На защите студент показывает знание темы, оперирует специальной терминологией, отвечает на поставленные вопросы без существенных затруднений. 3 балла - курсовой проект полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет нелогичность или непоследовательность в изложении материала с соответствующими расчётами и выводами, однако при её	зачет

					<p>выполнении были допущены исправленные в последствии ошибки, или имелись прочие недочёты. На защите студент показывает слабое знание темы, оперирует специальной терминологией в удовлетворительной мере, отвечает на поставленные вопросы с затруднениями, демонстрирует недостаток аргументации при ответах или даёт неполные ответы.</p> <p>2 балла - курсовой проект не полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет нелогичность или непоследовательность в изложении материала с соответствующими расчётами и выводами, однако при её выполнении были допущены исправленные в последствии ошибки, или имелись прочие недочёты. На защите студент показывает слабое знание темы, оперирует специальной терминологией в удовлетворительной мере, отвечает на поставленные вопросы с затруднениями, демонстрирует недостаток аргументации при ответах или даёт неполные ответы.</p> <p>1 балл - курсовой проект не полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет нелогичность или непоследовательность в изложении материала с соответствующими расчётами и выводами, в последствии ошибки не исправлены. На защите студент показывает слабое знание темы, на поставленные вопросы не отвечает.</p> <p>0 баллов - курсовой проект не соответствует выданному заданию или студент не получил задание на курсовой проект.</p>		
8	4	Промежуточная аттестация	Зачёт	-	5	<p>5 баллов - выставляется студенту, в полном объеме раскрывшему все вопросы билета.</p> <p>4 балла - выставляется студенту, в неполном объеме раскрывшему все вопросы билета. В том случае если ответы были неполными, или содержали несущественные ошибки.</p> <p>3 балла - выставляется студенту, в неполном объеме раскрывшему все вопросы билета с ошибками и недочетами.</p> <p>2 балла - выставляется студенту, сумевшему дать правильный ответ на один вопрос, на второй вопрос ответ не дан.</p> <p>1 балл - выставляется студенту, который раскрыл ответ только на один вопрос со значительными ошибками недочетами.</p> <p>0 баллов - выставляется студенту, который не раскрыл ответы на оба вопроса.</p>	зачет





Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Печатная учебно-методическая документация**

#### *а) основная литература:*

1. Цветков, Ф. Ф. Тепломассообмен [Текст] учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев. - М.: Издательский дом МЭИ, 2011. - 559 с. ил.

#### *б) дополнительная литература:*

1. Беляев, Н. М. Основы теплопередачи Учебник. - Киев: Выща школа, 1989. - 343 с. ил.
2. Исаченко, В. П. Теплопередача Учебник для теплоэнерг. спец. вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1981. - 417 с. ил.
3. Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил.
4. Михеев, М. А. Основы теплопередачи [Текст] М. А. Михеев, И. М. Михеева. - 3-е изд., репр. - М.: БАСТЕТ, 2010. - 342, [1] с. ил., табл.
5. Юдаев, Б. Н. Техническая термодинамика. Теплопередача Учеб. для неэнерг. спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1988. - 478 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. Тепломассообмен [Текст] учеб. пособие к лаб. работам по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" С. В. Панферов, С. В. Панферов, Е. К. Дорошенко ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Теплогазоснабжение и вентиляция ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 38, [2] с. ил. электрон. версия

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

1. Панферов, С. В. Тепломассообмен [Текст] учеб. пособие к лаб. работам по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" С. В. Панферов, С. В. Панферов, Е. К. Дорошенко ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Теплогазоснабжение и вентиляция ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 38, [2] с. ил. электрон. версия

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

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. ООО "ГарантУралСервис"-Гарант(бессрочно)
2. -Стандартинформ(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	327 (Л.к.)	основное оборудование для проведения практических занятий, справочная литература
Лекции	330 (Л.к.)	демонстрационный аудиторный комплекс (мультимедийная установка). Предустановленное программное обеспечение: Microsoft-Office (бессрочно), Microsoft-Windows (бессрочно).
Лабораторные занятия	327 (Л.к.)	Стенды (7 шт): 1. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов методом плиты. 2. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов методом трубы. 3. Исследование теплозащитных качеств наружной стены. 4. Исследование теплозащитных свойств окна со спаренными переплётами и двойным остеклением. 5. Определение коэффициента температуропроводности твёрдых тел методом регулярного теплового режима. 6. Определение суммарных коэффициентов теплоотдачи и приведённой степени черноты при сложном теплообмене между телами. 7. Определение степени черноты поверхности тела методом сравнения.