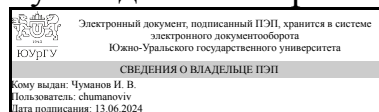


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



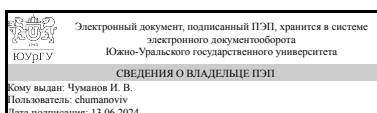
И. В. Чуманов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.О.22 Тепломассообмен в материалах и процессах  
для направления 22.03.02 Metallургия  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Техника и технологии производства материалов**

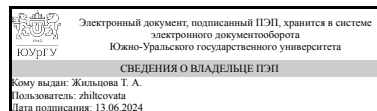
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

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



И. В. Чуманов

Разработчик программы,  
старший преподаватель



Т. А. Жильцова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Ознакомление обучающихся с процессами переноса теплоты и массы, с физико-математическими моделями этих процессов, освоение обучающимися простейших методов их применения для расчета температурных полей, тепловых потоков, потоков вещества в элементах теплотехнических и теплотехнологических установок

### Краткое содержание дисциплины

Теплопроводность. Уравнение сохранения энергии, закон Фурье, краевые условия задач теплопроводности. Теплопроводность через плоскую стенку. Теплопроводность через цилиндрическую стенку. Конвективный теплообмен в однокомпонентной среде. Анализ теплообмена при ламинарном течении в пограничном слое методами размерностей. Условные толщины пограничного слоя. Интегральные уравнения импульса и энергии. Переход ламинарного течения в турбулентное. Аналогия Рейнольдса для теплообмена при турбулентном течении в пограничном слое, ее модернизированный вариант (двухслойная схема), расчетные соотношения для теплоотдачи. Конвективный теплообмен при высоких скоростях течения. Теплообмен при поперечном обтекании одиночного цилиндра и пучков труб. Теплообмен при течении жидкости в каналах. Математическое описание, среднemasсовая скорость и температура. Теплообмен при свободной конвекции. Теплообмен при фазовых превращениях. Совместные процессы тепло- и массопереноса. Теплообмен излучением. Основные понятия и законы излучения. Законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта). Излучение реальных тел. Радиационные свойства реальных материалов. Современные теплообменные системы: парогенераторы тепловых электрических станций, ядерные энергетические реакторы, камеры сгорания ракетных двигателей, бланкет термоядерного реактора. Теплообменные аппараты: рекуперативные, регенеративные, смесительные. и совместного (конвективно-лучистого) нагрева.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Знает: Математические модели процессов теплообмена (дифференциальные уравнения теплопроводности, интегральные уравнения радиационного теплообмена, уравнение теплопередачи, уравнение теплового баланса); принципы расчета теплообменных аппаратов Умеет: Математически формулировать задачи теплопроводности для тел правильной формы; владеть методами расчета процессов тепломассообмена при решении конкретных задач движения жидкости и газа, теплопроводности, переноса количества движения, тепла и вещества Имеет практический опыт: Владения различными методами решения задач стационарной и нестационарной

	теплопроводности для тел правильной формы; навыками применения методов эксперимента и расчета теплоэнергетического оборудования
ОПК-6 Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	<p>Знает: Теплофизические характеристики рабочих сред; основные законы переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением; основы теории теплообмена, законы переноса, режимы движения жидкости и газа, элементы теории подобия, основы теплообмена излучением, механизм тепло- и массообмена, а также связь между этими процессами в зависимости от гидродинамической обстановки процесса</p> <p>Умеет: Правильно выбирать и определять коэффициенты теплообмена; применять различные методы решения задач теплообмена; использовать основные понятия, законы и модели процессов тепло-массопереноса; систематизировать тепловые и диффузионные процессы; протекающие в агрегатах; проводить теоретический анализ реальных процессов</p> <p>Имеет практический опыт: Владения навыками расчета теплообменных аппаратов при решении конкретных задач в области профессиональной деятельности</p>

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	1.О.28 Коррозия и защита металлов, 1.О.20 Материаловедение, 1.О.25.01 Metallургия черных металлов, 1.О.25.03 Литейное производство, 1.О.25.02 Metallургия цветных металлов, 1.О.19 Механика жидкости и газа, 1.О.18 Метрология, стандартизация и сертификация, 1.О.23 Методы анализа и обработки экспериментальных данных, 1.О.31 Безопасность жизнедеятельности

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

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
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)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,5	53,5	
выполнение расчетных заданий и подготовку к их защите, подготовку к тестам и контрольным работам, зачетам и экзаменам.	23,5	23.5	
подготовка к лекциям, практическим занятиям	30	30	
Консультации и промежуточная аттестация	6,5	6,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в тепломассообмен. Способы переноса теплоты. Основные определения, терминология	4	4	0	0
2	Стационарные задачи теплопроводности	8	4	4	0
3	Нестационарные задачи теплопроводности	8	4	4	0
4	Конвективный теплообмен	10	6	4	0
5	Теплообмен излучением	10	6	4	0
6	Теплообмен при фазовых превращениях	4	4	0	0
7	Теплообменные аппараты	4	4	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Способы тепло- и массопереноса: теплопроводность, конвекция, излучение, диффузия.	4
2	2	Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент температуропроводности.	4
3	3	Нестационарные задачи теплопроводности. пластине. Число Био. Число Фурье.	4
4	4	Конвективный теплообмен. Число Рейнольдса, число Грасгофа, число Релея, число Нуссельта.	6
5	5	Интегральные и спектральные характеристики энергии излучения: поток, плотность потока и интенсивность излучения. Излучение реальных тел, идеальные тела. Законы излучения абсолютно черного тела. Законы Ламберта, Кирхгофа, понятие диффузной поверхности излучения и серого тела.	6
6	6	Теплообмен при конденсации пара. Теплообмен при кипении жидкостей	4

7	7	Классификация теплообменных аппаратов. Расчет теплообменных аппаратов	4
---	---	---	---

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Решение стационарных задач теплопроводности	4
2	3	решение нестационарных задач теплопроводности	4
3	4	решение задач на конвективный теплообмен	4
4	5	решение задач на теплообмен излучением	4

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
выполнение расчетных заданий и подготовку к их защите, подготовку к тестам и контрольным работам, зачетам и экзаменам.	Бухмиров В.В., Щербакова Г.Н., Пекунова А.В. Теоретические основы теплотехники в примерах и задачах. Учеб. пособие / ФГБОУ ВПО "Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина". – Иваново, 2013. – 128с.	3	23,5
подготовка к лекциям, практическим занятиям	Бухмиров В.В. Тепломассообмен: Учеб. пособие / ФГБОУ ВПО "Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина". – Иваново, 2014. – 360с.	3	30

## 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	3	Бонус	лекции	-	5	зачтено: 50-100% правильных ответов не зачтено: менее 50% правильных ответов	дифференцированный зачет
2	3	Текущий контроль	задачи и упражнения	1	5	Отлично: полные и правильные ответы	дифференцированный зачет

						Хорошо: 80% правильных ответов Удовлетворительно: 60-70 % правильных ответов Неудовлетворительно: менее 50% правильных ответов Зачтено: за все выполненные задания Не зачтено: менее 50% выполненных заданий	
3	3	Промежуточная аттестация	вопросы	-	5	Отлично: полные и правильные ответы Хорошо: 80% правильных ответов Удовлетворительно: 60-70 % правильных ответов Неудовлетворительно: менее 50% правильных ответов	дифференцированный зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	опрос и оценивание	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
ОПК-4	Знает: Математические модели процессов теплообмена (дифференциальные уравнения теплопроводности, интегральные уравнения радиационного теплообмена, уравнение теплопередачи, уравнение теплового баланса); принципы расчета теплообменных аппаратов	+		+
ОПК-4	Умеет: Математически формулировать задачи теплопроводности для тел правильной формы; владеть методами расчета процессов тепломассообмена при решении конкретных задач движения жидкости и газа, теплопроводности, переноса количества движения, тепла и вещества	+		+
ОПК-4	Имеет практический опыт: Владения различными методами решения задач стационарной и нестационарной теплопроводности для тел правильной формы; навыками применения методов эксперимента и расчета теплоэнергетического оборудования	+		+
ОПК-6	Знает: Теплофизические характеристики рабочих сред; основные законы переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением; основы теории тепломассообмена, законы переноса, режимы движения жидкости и газа, элементы теории подобия, основы теплообмена излучением, механизм тепло- и массообмена, а также связь между этими процессами в зависимости от гидродинамической обстановки процесса	+	+	+
ОПК-6	Умеет: Правильно выбирать и определять коэффициенты теплообмена; применять различные методы решения задач теплообмена; использовать основные понятия, законы и модели процессов тепло-массопереноса; систематизировать тепловые и диффузионные процессы; протекающие в агрегатах; проводить теоретический анализ реальных процессов	+	+	+
ОПК-6	Имеет практический опыт: Владения навыками расчета теплообменных аппаратов при решении конкретных задач в области профессиональной	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Лисиенко, В. Г. Плавильные агрегаты : теплотехника, управление и экология [Текст] : справ. изд. В 4 кн. Кн. 3 / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев ; под ред. В. Г. Лисиенко. - М. : Теплотехник, 2005. - 565 с. : ил.
2. Лисиенко, В. Г. Плавильные агрегаты : теплотехника, управление и экология [Текст] : справ. изд. В 4 кн. Кн. 4 / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев ; под ред. В. Г. Лисиенко. - М. : Теплотехник, 2005. - 540 с. : ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Сухотина, О. В. Теплотехника и теплоэнергетика металлургического производства [Текст] : учеб. пособие к курс. проектированию / О. В. Сухотина ; под ред. И. В. Чуманова ; Юж.- Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Изд-во, 2007. - 105 с. : ил.
2. Тихомиров, К. В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Пром. и гражд. стр-во" / К. В. Тихомиров, Э. С. Сергеенко. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Сройиздат, 1991. - 480 с. : ил. - (Учебники для вузов)
3. Швыдкий, В. С. Математические методы теплофизики [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Теплофизика, автоматизация и экология пром. печей" / В. С. Швыдкий, М. Г. Ладыгичев, В. С. Шаврин. - М. : Теплотехник, 2005. - 231 с.

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

Не предусмотрены

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

1. Бухмиров В.В., Щербакова Г.Н., Пекунова А.В. Теоретические основы теплотехники в примерах и задачах. Учеб. пособие / ФГБОУ ВПО "Ивановский государственный энергетический универси-тет имени В.И. Ленина". – Иваново, 2013. – 128с.
2. Аржаева Н.В. Тепломассообмен. Практикум: учеб. пособие / Н.В. Аржаева, Н.А. Орлова, С.В. Соболев; под общ. ред. д.Фра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова.. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 112 с.
3. Логинов, В.С. Примеры и задачи по тепломассообмену. / В.С. Логинов, А.В. Крайнов, В.Е. Юхнов, Д.В. Феоктистов. — СПб. : Лань, 2011. — 256 с.

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

1. Бухмиров В.В., Щербакова Г.Н., Пекунова А.В. Теоретические основы теплотехники в примерах и задачах. Учеб. пособие / ФГБОУ ВПО

“Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина”. – Иваново, 2013. – 128с.

2. Аржаева Н.В. Тепломассообмен. Практикум: учеб. пособие / Н.В. Аржаева, Н.А. Орлова, С.В. Соболев; под общ. ред. д.Фра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова.. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 112 с.

3. Логинов, В.С. Примеры и задачи по тепломассообмену. / В.С. Логинов, А.В. Крайнов, В.Е. Юхнов, Д.В. Феоктистов. — СПб. : Лань, 2011. — 256 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Горбачев, М. В. Тепломассообмен. Теплопроводность : учебное пособие / М. В. Горбачев. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 76 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/152134">https://e.lanbook.com/book/152134</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Дерюгин, В. В. Тепломассообмен : учебное пособие для вузов / В. В. Дерюгин, В. Ф. Васильев, В. М. Уляшева. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/233282">https://e.lanbook.com/book/233282</a>
3	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Примеры и задачи по тепломассообмену : учебное пособие / В. С. Логинов, А. В. Крайнов, В. Е. Юхнов [и др.]. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1132-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/206057">https://e.lanbook.com/book/206057</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

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
Практические занятия и семинары	105 (2)	Печь камерная ПКЛ-1-2-12 – 1 шт.; Лаборатория "Общая химия" – 1 шт.; Установка индукционная плавильная УИП-3-440-0,0005 – 1 шт. FactSage 6.4 Лицензия №0531 от 2014 г. бессроч. – 1 in/
Самостоятельная работа студента	401 (2)	Системный блок Celeron D 320 2,40 Ghz\256 Mb\80 Gb – 2 шт.; Компьютер в составе: системный блок Intel Core2 DuoE6400/2*512 MB/120GbP5B-VM/3C905CX-TX-M/Kb – 8 шт.; Монитор 17" Samsung



		Sync Master 765 MB – 9 шт.; Монитор 17" Samsung Sync Master 797 MB – 1 шт.; Экран настенный Proecta – 1 шт.; Проектор Acer X1263 – 1 шт.; Windows (43807***, 41902***) Firefox 43 (Бесплатное) Lira SAPR 2014 Espri 2013 Monomakh-SAPR 2013 Sapfir 2014 NOD 4 MS Office (46020***) Windjview 2.1 (бесплатное) 7-zip 15.2 (бесплатное) Adobe reader 11 (бесплатное) Gimp 2.8.16 (бесплатное) Inkscape 0.91 (бесплатное) Unreal Commander (бесплатное) Visual Studio 2008 MathCAD 14 (Заказ № 2558410 от 21.10.2009) 1С Предприятие 8.3 учебная версия Консультант + (Договор №145-17 от 5.05.2017)
Лекции	105 (2)	основное оборудование
Зачет	105 (2)	основное оборудование