



Негосударственное частное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Технический университет УГМК»



29.06.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИКЛАДНЫЕ ОСНОВЫ**  
**ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ**  
**Теплофизика**

Закреплена за кафедрой	<b>металлургии</b>	
Учебный план	Направление 22.03.02 Metallurgy Профиль подготовки "Metallurgy of non-ferrous metals"	
Квалификация	<b>бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах: зачеты 4
в том числе:		
аудиторные занятия	42	
самостоятельная работа	57	
часов на контроль	9	

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	14 5/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	14	14	14	14
Лабораторные	28	28	28	28
Итого ауд.	42	42	42	42
Контактная работа	42	42	42	42
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	108	108	108	108

Разработчик программы:

*канд. техн. наук, доц. кафедры, Гольцев Владимир Арисович* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Теплофизика**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

составлена на основании учебного плана:

Направление 22.03.02 Metallургия Профиль подготовки "Metallургия цветных металлов"  
утвержденного учёным советом вуза от 29.06.2021 протокол № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**металлургии**

Протокол методического совета университета от 15.04.2021 г. № 3  
Зав. кафедрой Лебедь А.Б., д-р техн. наук

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
После завершения дисциплины, обучающиеся будут способны применять законы передачи теплоты и массы, механики жидкостей и газов для осуществления экспериментального и теоретического исследования тепловых, газо- и гидродинамических процессов в металлургических агрегатах.	
<b>1.1 Задачи</b>	
Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: -готовность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач; -способностью использовать процессный подход.	
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О.06
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Основы безопасности металлургических технологий
2.1.2	Основы формирования мировоззрения в профессиональной деятельности
2.1.3	Физика
2.1.4	Физическая химия
2.1.5	Философия
2.1.6	Экологические проблемы металлургического производства
2.1.7	Экология
2.1.8	Экономическая теория
2.1.9	Всеобщая история
2.1.10	Информатика
2.1.11	История России
2.1.12	Компьютерная графика
2.1.13	Ознакомительная практика
2.1.14	Основы кристаллографии и минералогии
2.1.15	Русский язык и культура речи
2.1.16	Учебная практика
2.1.17	Химия металлов
2.1.18	Безопасность жизнедеятельности
2.1.19	Введение в специальность
2.1.20	Химия
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Материаловедение
2.2.2	Металловедение
2.2.3	Металлургия благородных и редких металлов
2.2.4	Металлургия тяжелых цветных металлов
2.2.5	Обогащение полезных ископаемых
2.2.6	Основы технологии получения и обработки металлов
2.2.7	Теплотехника
2.2.8	Информационное обеспечение металлургического производства
2.2.9	Оборудование гидromеталлургических заводов
2.2.10	Оборудование пирометаллургических заводов
2.2.11	Основы проектирования металлургических предприятий
2.2.12	Проектирование и логистика технологических процессов
2.2.13	Теоретические основы новых пирометаллургических процессов
2.2.14	Теория гидromеталлургических процессов
2.2.15	Теория металлургических процессов
2.2.16	Теория эксперимента
2.2.17	Теория электрохимических процессов
2.2.18	Автоматизация металлургических процессов
2.2.19	Информационные технологии в металлургии

2.2.20	Литейное производство
2.2.21	Металлургия золота и серебра
2.2.22	Металлургия легких и тугоплавких металлов
2.2.23	Металлургия меди и сопутствующих элементов
2.2.24	Металлургия черных металлов
2.2.25	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.26	Обработка металлов давлением
2.2.27	Современные технологии получения цветных металлов и сопутствующих элементов
2.2.28	Термообработка
2.2.29	Государственная итоговая аттестация
2.2.30	Защита выпускной квалификационной работы
2.2.31	Металлургия свинца и сопутствующих элементов
2.2.32	Металлургия цинка и сопутствующих элементов
2.2.33	Основы проектирования и строительное дело
2.2.34	Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
2.2.35	Преддипломная практика
2.2.36	Экономика и управление на предприятии
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания</b>	
ИОПК-1.1: Знает: физико-химические основы и методы математического моделирования металлургических процессов получения цветных металлов	
ИОПК-1.2: Умеет: выявлять причины несоответствия параметров технологического процесса, прогнозировать поведение процесса на основе математических моделей	
ИОПК-1.3: Владеет: навыками математического анализа и моделирования	
<b>ОПК-2: Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений</b>	
ИОПК-2.2: Умеет: проектировать отдельные структурные компоненты новой технологии, объекта, системы	
ИОПК-2.1: Знает: основы проектирования технических объектов, систем и технологических процессов; основы экономических, экологических и социальных особенностей металлургического производства	
ИОПК-2.3: Владеет: навыками проектной деятельности	
<b>ОПК-4: Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</b>	
ИОПК-4.2: Умеет: использовать современные средства измерения, математический аппарат для обработки и анализа экспериментальных данных	
ИОПК-4.3: Владеет: навыками проведения измерений и их обработки	
ИОПК-4.1: Знает: основы метрологии, методы обработки экспериментальных данных	
<b>ОПК-5: Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств</b>	
ИОПК-5.3: Владеет: навыками анализа результатов выполнения научно-технических задач в профессиональной деятельности	
ИОПК-5.1: Знает: основы современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	
ИОПК-5.2: Умеет: применять информационные технологии и программное обеспечение для решения научно-исследовательских задач в области получения цветных металлов	
<b>ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии</b>	
ИОПК-6.1: Знает: основы технологических процессов получения цветных металлов	
ИОПК-6.3: Владеет: навыками выбора эффективных и безопасных технических средств и технологий	
ИОПК-6.2: Умеет: анализировать информацию о технологическом процессе по результатам мониторинга и принимать обоснованные решения	
<b>ОПК-7: Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли</b>	

ИОПК-7.1: Знает: основы составления и использования нормативных документов металлургической отрасли
ИОПК-7.2: Умеет: анализировать, техническую документацию технологи-ческого процесса и принимать обоснованные решения
ИОПК-7.3: Владеет: навыками составления и применения технической документации получения цветных металлов
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>
ИУК-1.1: Находит и анализирует имеющуюся информацию для решения поставленных задач
ИУК-1.3: Анализирует предлагаемое решение с учетом его достоинств и недостатков
ИУК-1.2: Предлагает пути решения задачи на основе системного подхода
<b>УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</b>
ИУК-2.1: Определяет сроки, ресурсы, исполнителей для решения задачи
ИУК-2.3: Проводит технико – экономическое обоснование, анализирует адекватность принимаемых решений с учетом действующих правовых норм
ИУК-2.2: Определяет оптимальные способы решения задач
<b>УК-4: Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)</b>
ИУК-4.1: Выбирает коммуникативные технологии общения на государственном и иностранном языках
ИУК-4.3: Выполняет перевод профессиональных текстов с иностранного (-ых) на государственный язык и обратно
ИУК-4.2: Осуществляет деловую переписку на государственном и иностранном языках
<b>УК-9: Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах</b>
ИУК-9.1: Применяет базовые дефектологические знания во всех сферах деятельности
ИУК-9.3: Совершенствует дефектологические знания
ИУК-9.2: Выбирает методы и приемы оценки профессиональной среды

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	1. Физические основы передачи теплоты теплопроводностью. Закон Фурье для стационарных условий и нестационарных условий. Перенос теплоты теплопроводностью в стенках, теплообмен при вынужденной естественной конвекции. Числа подобия конвективного теплообмена (Нуссельта, Прандтля), их физический смысл, теплообмен излучением. Радиационные характеристики тела. Модель серого тела. Особенности излучения газов, стационарная теплопередача на примере полуограниченной пластины и длинного цилиндра, дифференциальные уравнения конвективного массопереноса. Числа подобия конвективного массопереноса, уравнения движения веществ и сред.
3.1.2	2. Методологические основы процессного подхода.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	1. Классифицировать и характеризовать механизмы тепло- и массообмена основные понятия и определения механики жидкостей и газов, применять уравнения и определять показатели процессов передачи теплоты и массы в металлургических процессах для газодинамического расчета потерь давления, определять потери теплоты через печные ограждения, рассчитывать простые трассы для транспортировки жидкостей или газов.
3.2.2	2. Формулировать задачи процессного подхода теплофизических процессов.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	1. Навыками осуществлять расчеты тепло- и массообмена применительно к технологическим процессам в металлургии, решать задачи газо- и гидродинамики применительно к металлургическим агрегатам (либо технологиям), подбирать и рассчитывать источники тепловой и электрической энергии для теплогенерации в металлургических агрегатах.
3.3.2	2. Навыками реализовывать задачи процессного подхода теплофизических процессов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Теплогенерация в печах за счет химической энергии топлива, сырья и электроэнергии</b>							

1.1	<p>Основные характеристики топлива (химический состав, неполнота горения, поведение при нагреве, теплотворность). Общая классификация и характеристика твердого, жидкого и газообразного видов топлива. Расчеты процессов горения топлива. Теплогенерация за счет электроэнергии и за счет химической энергии сырьевых материалов. /Лек/</p>	4	2	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
1.2	<p>Основные характеристики топлива (химический состав, неполнота горения, поведение при нагреве, теплотворность). Общая классификация и характеристика твердого, жидкого и газообразного видов топлива. Расчеты процессов горения топлива. Теплогенерация за счет электроэнергии и за счет химической энергии сырьевых материалов. /Лаб/</p>	4	4	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	

1.3	Основные характеристики топлива (химический состав, неполнота горения, поведение при нагреве, теплотворность). Общая классификация и характеристика твердого, жидкого и газообразного видов топлива. Расчеты процессов горения топлива. Теплогенерация за счет электроэнергии и за счет химической энергии сырьевых материалов. /Ср/	4	7	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 2. Механика жидкостей и газов</b>							
2.1	Основные понятия и определения. Понятия установившегося (стационарного) и неустановившегося (нестационарного) движения. Уравнение неразрывности потока. Силы, действующие в движущейся идеальной жидкости. Уравнения движения Эйлера. Уравнение Бернулли для определения давлений в движущемся потоке. Режимы движения реальной среды. Число Рейнольдса. Уравнение движения реальной жидкости (уравнение Навье-Стокса). Уравнение Бернулли для реальных газов. Понятие о гидродинамическом пограничном слое. Основные следствия из законов состояния газов. Виды давлений, их расчет и измерение, взаимный переход. Потери давления на трение и местные сопротивления. /Лек/	4	2	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	



2.2	Основные понятия и определения. Понятия установившегося (стационарного) и неустановившегося (нестационарного) движения. Уравнение неразрывности потока. Силы, действующие в движущейся идеальной жидкости. Уравнения движения Эйлера. Уравнение Бернулли для определения давлений в движущемся потоке. Режимы движения реальной среды. Число Рейнольдса. Уравнение движения реальной жидкости (уравнение Навье-Стокса). Уравнение Бернулли для реальных газов. Понятие о гидродинамическом пограничном слое. Основные следствия из законов состояния газов. Виды давлений, их расчет и измерение, взаимный переход. Потери давления на трение и местные сопротивления. /Лаб/	4	6	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
2.3	Основные понятия и определения. Понятия установившегося (стационарного) и неустановившегося (нестационарного) движения. Уравнение неразрывности потока. Силы, действующие в движущейся идеальной жидкости. Уравнения движения Эйлера. Уравнение Бернулли для определения давлений в движущемся потоке. Режимы движения реальной среды. Число Рейнольдса. Уравнение движения реальной жидкости (уравнение Навье-Стокса). Уравнение Бернулли для реальных газов. Понятие о гидродинамическом пограничном слое. Основные следствия из законов состояния газов. Виды давлений, их расчет и измерение, взаимный переход. Потери давления на трение и местные сопротивления. /Ср/	4	7	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 3. Стационарная теплопроводность</b>							

3.1	Физические основы передачи теплоты теплопроводностью. Закон Фурье для стационарных условий. Коэффициент теплопроводности. Перенос теплоты теплопроводностью в стенках. Тепловое сопротивление стенки. /Лек/	4	2	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
3.2	Физические основы передачи теплоты теплопроводностью. Закон Фурье для стационарных условий. Коэффициент теплопроводности. Перенос теплоты теплопроводностью в стенках. Тепловое сопротивление стенки. /Лаб/	4	4	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	

3.3	Физические основы передачи теплоты теплопроводностью. Закон Фурье для стационарных условий. Коэффициент теплопроводности. Перенос теплоты теплопроводностью в стенках. Тепловое сопротивление стенки. /Ср/	4	6	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 4. Конвективный и сложный теплообмен</b>							
4.1	Конвективный теплообмен. Связь коэффициента теплообмена с толщиной пограничного слоя. Числа подобия конвективного теплообмена (Нуссельта, Прандтля), их физический смысл. Теплоотдача при свободной конвекции. Характер движения потока в большом объёме. Конвективный теплообмен при вынужденном движении теплоносителя. /Лек/	4	2	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	

4.2	Конвективный теплообмен. Связь коэффициента теплообмена с толщиной пограничного слоя. Числа подобия конвективного теплообмена (Нуссельта, Прандтля), их физический смысл. Теплоотдача при свободной конвекции. Характер движения потока в большом объеме. Конвективный теплообмен при вынужденном движении теплоносителя. /Лаб/	4	4	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
4.3	Конвективный теплообмен. Связь коэффициента теплообмена с толщиной пограничного слоя. Числа подобия конвективного теплообмена (Нуссельта, Прандтля), их физический смысл. Теплоотдача при свободной конвекции. Характер движения потока в большом объеме. Конвективный теплообмен при вынужденном движении теплоносителя. /Ср/	4	6	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	Раздел 5. Теплообмен излучением							

5.1	<p>Основные понятия и определения. Энергия излучения. Поток излучения, типы лучистых потоков. Плотность потока излучения. Интенсивность излучения, энергетическая яркость. Спектральная плотность интенсивности излучения. Радиационные характеристики тела как приёмника излучения. Модель серого тела. Особенности излучения газов. /Лек/</p>	4	2	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
5.2	<p>Основные понятия и определения. Энергия излучения. Поток излучения, типы лучистых потоков. Плотность потока излучения. Интенсивность излучения, энергетическая яркость. Спектральная плотность интенсивности излучения. Радиационные характеристики тела как приёмника излучения. Модель серого тела. Особенности излучения газов. /Лаб/</p>	4	4	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	

5.3	Основные понятия и определения. Энергия излучения. Поток излучения, типы лучистых потоков. Плотность потока излучения. Интенсивность излучения, энергетическая яркость. Спектральная плотность интенсивности излучения. Радиационные характеристики тела как приёмника излучения. Модель серого тела. Особенности излучения газов. /Ср/	4	8	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 6. Теплопроводность при нестационарном режиме</b>							
6.1	Нестационарная теплопроводность. Термически тонкие и массивные тела. Зависимость общего вида решения уравнения теплопроводности от типа граничных условий. Нагрев и охлаждение тел при граничных условиях III рода. /Лек/	4	2	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	

6.2	Нестационарная теплопроводность. Термически тонкие и массивные тела. Зависимость общего вида решения уравнения теплопроводности от типа граничных условий. Нагрев и охлаждение тел при граничных условиях III рода. /Лаб/	4	2	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
6.3	Нестационарная теплопроводность. Термически тонкие и массивные тела. Зависимость общего вида решения уравнения теплопроводности от типа граничных условий. Нагрев и охлаждение тел при граничных условиях III рода. /Ср/	4	5	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 7. Теплопередача</b>							

7.1	Задача стационарной теплопередачи на примере полуограниченной пластины и длинного цилиндра. /Лек/	4	1	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
7.2	Задача стационарной теплопередачи на примере полуограниченной пластины и длинного цилиндра. /Лаб/	4	4	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	



7.3	Задача стационарной теплопередачи на примере полуограниченной пластины и длинного цилиндра. /Ср/	4	12	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 8. Массообмен</b>							
8.1	Аналогия процессов переноса массы, теплоты и количества движения (импульса). Дифференциальные уравнения конвективного массопереноса. Числа подобия конвективного массопереноса. /Лек/	4	1	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	

8.2	Аналогия процессов переноса массы, теплоты и количества движения (импульса). Дифференциальные уравнения конвективного массопереноса. Числа подобия конвективного массопереноса. /Ср/	4	6	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3	Л1.2 Л1.1Л 2.3 Л2.2 Л2.1	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
-----	--	---	---	--	--------------------------------------	----------------------	---	--

#### 4.1 Образовательные технологии

### 5. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 5.1. Комплект оценочных средств

Комплект оценочных средств по дисциплине, состоящий из материалов для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации обучающихся, включая порядок проведения промежуточной аттестации, систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок представлен в КОС дисциплины.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л1.1	Бигеев В. А., Вдовин К. Н., Колокольцев В. М., Салганик В. М.	Основы металлургического производства	Санкт-Петербург: Лань, 2017	<a href="https://e.lanbook.com/book/90165">https://e.lanbook.com/book/90165</a>
Л1.2	Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С.	Теплотехника	Санкт-Петербург: Лань, 2012	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=3900">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=3900</a>

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л2.1	Байков В. И., Павлюкевич Н. В.	Теплофизика: термодинамика и статистическая физика: учебное пособие	Минск: Вышэйшая школа, 2018	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=560679">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=560679</a>
Л2.2	Вартгафтик Н. Б., Алексеев В. А.	Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей: справочник	Москва: Наука, 1972	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=447977">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=447977</a>
Л2.3	Четверикова А. Г., Кравцова О. С., Анисина И. Н., Волков Е. В.	Лабораторный практикум по теплофизике: учебное пособие	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=492634">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=492634</a>

<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>		
Э1	1.Образовательный портал.URL	
Э2	2. Научно-техническая библиотека	
Э3	3. Техническая литература	
Э4	4. Электронная образовательная среда Blackboard	
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>		
6.3.1.1	Microsoft Windows	
6.3.1.2	Microsoft Office (Access, Excel, Word, OneNote, Outlook, PowerPoint, Publisher, Skype for business)	
6.3.1.3	Google Chrome	
6.3.1.4	Mozilla Firefox	
6.3.1.5	7-Zip	
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>		
6.3.2.1	Консультант-плюс	
6.3.2.2	Единое окно доступа к информационным ресурсам	
<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>		
Ауд. №	Назначение	Оснащение
Л308	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, семинарского, практического типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с использованием учебных мест с компьютерами.	Учебные места с компьютерами с выходом в интернет. Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивная доска с проектором. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система.
228	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивная LCD-панель. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система.
<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>		
<p>Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение рабочей программы дисциплины.</li> <li>2. Посещение и конспектирование лекций.</li> <li>3. Обязательная подготовка к практическим занятиям.</li> <li>4. Изучение основной и дополнительной литературы, интернет-источников.</li> <li>5. Выполнение всех видов самостоятельной работы.</li> </ol> <p>Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.</p> <p>Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы. Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети "Интернет" организован в читальном зале библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.</p> <p>Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины теплофизика и представлены в УМК дисциплины.</p> <p>Лабораторный практикум направлен на углубленное изучение теоретического материала и на приобретение умения, навыков и опыта проведения эксперимента, анализа и обработки его результатов.</p> <p>С целью оценки уровня освоения материала по каждой лабораторной работе составляется отчет, на основании которого проводится защита лабораторной работы.</p> <p>Методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины теплофизика и представлены в УМК дисциплины.</p>		

Самостоятельная работа студентов включает освоение теоретического материала, подготовку к выполнению заданий практических занятий, и подготовку к зачету.

Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости программа дисциплины может быть адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и необходимых специальных условий их обучения.

При наличии в группе студентов с ограниченными возможностями здоровья возможно использовать адаптивные технологии.

Для студентов с ограниченным слухом:

- использование разнообразных дидактических материалов (карточки, рисунки, письменное описание, схемы и т.п.) как помощь для понимания и решения поставленной задачи;
- использование видеоматериалов, которые дают возможность понять тему занятия и осуществить коммуникативные действия;
- выполнение проектных заданий по изучаемым темам.

Для студентов с ограниченным зрением:

- использование фильмов с возможностью восприятия на слух даваемой в них информации для последующего ее обсуждения;
- использование аудиоматериалов по изучаемым темам, имеющимся на кафедре;
- индивидуальное общение с преподавателем по изучаемому материалу;
- творческие задания по изучаемым темам или по личному желанию с учетом интересов обучаемого.