

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1146893	Расчет и техническое обслуживание теплотехнического оборудования

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в производстве строительных материалов и изделий	<b>Код ОП</b> 1. 08.04.01/33.15
<b>Направление подготовки</b> 1. Строительство	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 08.04.01

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Дзюзер Владимир Яковлевич	доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	оборудования и автоматизации силикатных производств

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Расчет и техническое обслуживание теплотехнического оборудования

## 1.1. Аннотация содержания модуля

При освоении дисциплины студенты получают теоретические и практические знания о теплообменных аппаратах, используемых для регенерации теплоты продуктов сгорания топлива в промышленных печах промышленности строительных материалов. Приобретают навыки расчета и разработки теплообменных аппаратов регенеративного и рекуперативного типа. Получают теоретические и практические знания о методах расчета теплопередачи в промышленных печах. В ходе изучения модуля студенты рассчитывают кондуктивный, конвективный и радиационный теплообмен, а также сложные виды теплообмена. Знакомятся с назначением, классификацией, устройством и принципом действия печей промышленности строительных материалов. Производят расчет и разработку плавильных и нагревательных (обжиговых) тепловых агрегатов, организации факела и футеровки печей. В состав модуля включены две дисциплины: «Теоретические основы расчета и конструирования теплообменных устройств» и «Разработка и эксплуатация тепловых агрегатов в производстве строительных материалов».

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Теоретические основы расчета и конструирования теплообменных устройств	8
2	Разработка и эксплуатация тепловых агрегатов в производстве строительных материалов	3
ИТОГО по модулю:		11

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
---------------------------	--------------------------------	--

1	2	3
<p>Разработка и эксплуатация тепловых агрегатов в производстве строительных материалов</p>	<p>ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований</p> <p>У-4 - Выбрать оборудование и технологическую оснастку при разработке технических заданий на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-3 - Формализовать и согласовывать требования, относящиеся к внешним условиям (эксплуатации, сопровождения, хранения, перевозки, вывода из эксплуатации)</p> <p>П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки</p> <p>Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения</p>
	<p>ПК-1 - Способен организовать процессы технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования для переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p>	<p>З-3 - Перечислить технические условия и другие нормативные материалы по разработке и оформлению технологической документации по техническому перевооружению и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования.</p> <p>З-4 - Изложить основные положения единой системы технологической подготовки перевооружения и реконструкции производства.</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность работ по организации процессов технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования.</p> <p>У-4 - В процессе технического перевооружения и реконструкции обоснованно выбирать исходные данные для составления технического задания на проектирование нового высокоэффективного оборудования с учетом ресурсов и технологии переработки</p>

		<p>твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p>У-5 - Обосновать предложения по выбору огнеупорных материалов для заданных условий эксплуатации теплотехнического оборудования с учетом технологичности и экономичности.</p> <p>П-2 - Разрабатывать рекомендации по организации процессов технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования.</p> <p>П-4 - Иметь практический опыт выбора огнеупорных материалов для заданных условий эксплуатации теплотехнического оборудования.</p>
	<p>ПК-2 - Способен анализировать и координировать работу технологического и теплотехнического оборудования производства строительных материалов.</p>	<p>З-1 - Привести примеры технологического и теплотехнического оборудования производства строительных материалов, объяснить назначение, устройство и принципы работы.</p> <p>З-2 - Сформулировать принципы и методику расчета технологического и теплотехнического оборудования.</p> <p>З-3 - Описывать методы анализа и оценки технологического и теплотехнического оборудования, параметры и показатели его работы, внешние признаки разных видов неисправностей, способы их устранения.</p> <p>З-4 - Привести примеры огнеупорных материалов, применяемых в разработке теплотехнического оборудования.</p> <p>У-1 - Различать внешние признаки неправильной работы и основные неисправности технологического и теплотехнического оборудования.</p> <p>У-2 - Выбирать способы устранения основных неисправностей технологического и теплотехнического оборудования в зависимости от вида неисправности.</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность действий при регулировке технологического и теплотехнического оборудования.</p>

		<p>У-4 - Оценивать работоспособность огнеупорных материалов и выбирать конкретный вид материала для заданных условий эксплуатации теплотехнического оборудования.</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по методам оценки технического состояния технологического и теплотехнического оборудования.</p> <p>П-2 - Оформлять инструкцию по устранению выявленных отклонений от заданных величин параметров и показателей работы технологического и теплотехнического оборудования на основе анализа технического состояния технологического и теплотехнического оборудования.</p> <p>П-3 - Разрабатывать рекомендации по ремонту и замене огнеупорных материалов с учетом заданных условий эксплуатации теплотехнического оборудования.</p>
	<p>ПК-3 - Способен проектировать процессы и оборудование для производства строительных материалов, изделий и конструкций с учетом их автоматизации.</p>	<p>З-3 - Перечислить основные узлы и механизмы оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций, объяснить принцип его работы.</p> <p>З-4 - Перечислить методики расчета процессов и оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций.</p> <p>З-6 - Перечислить способы оптимизации параметров и показателей тепловых процессов и оборудования.</p> <p>У-3 - Формулировать методики расчета процессов и оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций.</p> <p>У-5 - Формулировать основные способы оптимизации параметров и показателей тепловых процессов и оборудования.</p> <p>П-3 - Выполнять конструкторские расчеты процессов и оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций.</p>

		<p>П-5 - Иметь практический опыт расчета параметров и показателей тепловых процессов и оборудования с целью их оптимизации.</p>
	<p>ПК-4 - Способен организовать и самостоятельно провести научные исследования технологических процессов для разработки нового оборудования по переработке твердых и сыпучих строительных материалов.</p>	<p>З-2 - Формулировать теории технологических процессов и объяснять устройство, принципы работы оборудования по переработке твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p>У-2 - Анализировать результаты исследований и определять цели и задачи разработки нового оборудования.</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт выполнения технологических расчетов по теме научного исследования и формулировать цели и задачи разработки нового оборудования на основе анализа полученных данных.</p>
<p>Теоретические основы расчета и конструирования теплообменных устройств</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p>
	<p>ПК-1 - Способен организовать процессы технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования для переработки твердых и</p>	<p>З-6 - Сформулировать теорию передачи тепла через многослойные перегородки и изложить технологию применения огнеупорной футеровки теплотехнического оборудования.</p> <p>У-5 - Обосновать предложения по выбору огнеупорных материалов для заданных условий эксплуатации теплотехнического</p>

	сыпучих строительных материалов.	оборудования с учетом технологичности и экономичности.
	ПК-3 - Способен проектировать процессы и оборудование для производства строительных материалов, изделий и конструкций с учетом их автоматизации.	З-4 - Перечислить методики расчета процессов и оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций.  У-3 - Формулировать методики расчета процессов и оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций.  П-5 - Иметь практический опыт расчета параметров и показателей тепловых процессов и оборудования с целью их оптимизации.

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Теоретические основы расчета и**  
**конструирования теплообменных устройств**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Дзюзер Владимир Яковлевич	доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	оборудования и автоматизации силикатных производств

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Дзюзер Владимир Яковлевич, Заведующий кафедрой, оборудования и автоматизации силикатных производств

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Теоретические основы теплообмена	<p>Определение процесса теплообмена и градиента температуры. Основные виды теплообмена. Виды сложного теплообмена.</p> <p>Уравнение теплопроводности Фурье. Коэффициент теплопроводности. Условия однозначности при решении задач теплопроводности. Граничные условия I, II и III рода. Смешанная постановка граничных условий.</p> <p>Уравнение теплоотдачи Ньютона – Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Параметры, определяющие коэффициент конвективной теплоотдачи. Числа подобия, применяемые при расчете конвективного теплообмена. Критериальные уравнения конвективного теплообмена.</p> <p>Законы излучения абсолютно черного и реальных тел.</p> <p>Основные параметры теплового излучения. Структура падающего на тело теплового потока. Степень черноты реального тела. Коэффициенты поглощения, отражения и пропускания. Оптико-геометрические характеристики излучения. Эффективное излучение газового потока. Результирующий поток излучения относительно нагреваемого материала в печи.</p>

2	Теплообменные устройства для печей и сушил промышленности строительных материалов	<p>Теплообменные устройства: назначение, классификация, принцип действия.</p> <p>Конструктивные особенности однооборотных и многооборотных регенераторов. Основные технические характеристики.</p> <p>Конструктивные особенности металлических и керамических рекуператоров. Основные технические характеристики</p>
3	Тепловой расчет регенеративных и рекуперативных теплообменных устройств	<p>Теоретические основы регенеративного и рекуперативного теплообмена. Особенности инженерной методики расчета регенераторов и рекуператоров. Система расчетных уравнений: уравнение теплопередачи, уравнение теплового баланса. Среднелогарифмическая разность температур для прямоточного и противоточного движения дыма и воздуха. Затраты теплоты на нагрев воздуха. Определение средних температур дыма, воздуха и насадки. Уравнение для расчета среднего коэффициента теплопередачи для регенератора и рекуператора. Применение <math>i-t</math> - диаграммы С.Г. Тройба для нахождения температуры газовой среды по ее удельной энтальпии. Коэффициент лучистой теплоотдачи в насадке регенератора и в дымовых каналах рекуператора. Определение степени черноты дыма с учетом селективности излучения и поглощения трехатомных компонентов. Критериальные уравнения конвективного теплообмена для регенератора и рекуператоров. Расчет критериев Нуссельта и Рейнольдса. Определение коэффициента конвективной теплоотдачи. Расчет коэффициента эффективности регенерации теплоты дыма.</p> <p>Особенности теплового расчета двух и трехоборотных регенераторов стекловаренных печей</p>
4	Конструирование теплообменных аппаратов	<p>Расчет геометрических параметров регенераторов и рекуператоров. Конструирование регенеративных и рекуперативных камер. Расчет параметров лучевых и полуциркульных арок (свод, арки поднасадочного пространства регенератора). Огнеупорные и теплоизоляционные материалы для футеровки и насадки регенераторов и керамических рекуператоров. Конструктивные параметры насадки регенератора. Выбор огнеупорных материалов для изготовления насадки. Структура кладки свода и стен регенератора и керамического рекуператора. Определение тепловых потерь через футеровку. Металлическая обвязка регенераторов и керамических рекуператоров</p>
5	Методы расчета теплопередачи в промышленных печах	<p>Определение плотности теплового потока через плоскую многослойную стенку при граничных условиях III рода и смешанной постановке граничных условий I и III рода. Алгоритм расчета средних температур в многослойной стенке. Расчет температуры на контакте слоев кладки стен.</p> <p>Определение линейной плотности теплового потока через цилиндрическую многослойную стенку при граничных</p>

		<p>условиях III и смешанной постановке граничных условиях I и III рода. Расчет температуры на контакте слоев кладки стен.</p> <p>Определение плотности конвективной теплоотдачи при движении газа: в трубах и каналах; при продольном обтекании пластины, при продольном обтекании труб; при поперечном обтекании труб; при струйном обтекании тел.</p> <p>Расчет интегральной степени черноты газа и оптико-геометрических характеристик излучения. Расчет коэффициента диафрагмирования. Результирующий поток излучения в окружающую среду через окна и конструктивные проемы в кладке печи</p>
--	--	---

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Теоретические основы расчета и конструирования теплообменных устройств

#### Электронные ресурсы (издания)

1. , Бродов, Ю. М.; Энергетический котел - это очень просто : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 13.03.03 "Энергетическое машиностроение" и 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://elar.urfu.ru/handle/10995/58918> (Электронное издание)
2. Эккерт, Э. Р., Фурманова, Э. М., Малявская, Г. Р., Шашкова, Л. Б., Лыков, А. В.; Теория тепло- и массообмена : монография.; Гос. энергетическое изд-во, Москва; 1962; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213876> (Электронное издание)
3. Стоянов, Н. И.; Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен : учебное пособие.; СКФУ, Ставрополь; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750> (Электронное издание)
4. Видин, Ю. В.; Теоретические основы теплотехники: тепломассообмен : учебное пособие.; СФУ, Красноярск; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497752> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. , Гуцин, С. Н., Дзюзер, В. Я., Гольцев, В. А., Красноперов, С. С.; Особенности расчета теплового баланса ванн стекловаренных печей : учеб. пособие.; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2006 (10 экз.)
2. Дзюзер, В. Я., Швыдкий, В. С., Дзюзер, В. Я.; Проектирование энергоэффективных стекловаренных печей : [монография].; Теплотехника, Москва; 2009 (8 экз.)

3. Швыдкий, В. С., Дзюзер, В. Я., Ильичев, С. С.; Решение задач конвективного теплопереноса в среде Flotran : [учеб. пособие].; АМБ, Екатеринбург; 2010 (11 экз.)
4. Дзюзер, В. Я.; Теплотехника и тепловая работа печей : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Строительство", для всех форм обучения.; АМБ, Екатеринбург; 2015 (5 экз.)
5. Дзюзер, В. Я.; Теплотехника и тепловая работа печей : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Строительство" всех форм обучения.; Лань, Санкт-Петербург; 2016 (17 экз.)
6. Телегин, А. С., Швыдкий, В. С., Ярошенко, Ю. Г.; Теплоперенос : Учеб. пособие для вузов.; Металлургия, Москва; 1995 (58 экз.)
7. ; Расчет нагревательных и термических печей : справочник.; Металлургия, Москва; 1983 (68 экз.)
8. Левченко, П. В.; Расчеты печей и сушил силикатной промышленности : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Хим. технология вяжущих материалов".; Альянс, Москва; 2007 (106 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Стоянов, Н. И.; Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и теплообмен : учебное пособие.; СКФУ, Ставрополь; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750>
2. Михатулин, Д. С.; Теплообмен, термодинамическое и термоэрозийное разрушение тепловой защиты; Издательство Янус-К, Москва; 2011; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468340>
3. Видин, Ю. В.; Теоретические основы теплотехники: теплообмен : учебное пособие.; СФУ, Красноярск; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497752>
4. Видин, Ю. В.; Теоретические основы теплотехники: теплообмен : учебное пособие.; СФУ, Красноярск; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497752>
5. Дзюзер, В. Я.; Теплотехника и тепловая работа печей : учебное пособие.; Лань, Санкт-Петербург; 2017; <https://e.lanbook.com/book/93750>
6. Хащенко, А. А., Калинин, М. Ю., Вислогузов, А. Н.; Техническая термодинамика и теплотехника : практикум.; СКФУ, Ставрополь; 2017; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483836>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Российская государственная библиотека (Москва) – РГБ <http://www.rsl.ru>

Российская национальная библиотека (Санкт-Петербург) – <http://www.nlr.ru>

Научная библиотека МГУ – Москва – <http://www.lib.msu.ru>

Национальная электронная библиотека – <http://www.elibrary.ru>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Теоретические основы расчета и конструирования теплообменных устройств

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Разработка и эксплуатация тепловых агрегатов в производстве строительных материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Дзюзер Владимир Яковлевич	доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	оборудования и автоматизации силикатных производств

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Дзюзер Владимир Яковлевич, Заведующий кафедрой, оборудования и автоматизации силикатных производств

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
2	Методология проектирования тепловых агрегатов	Классификация, устройство и принцип действия печей. Концептуальная модель проектирования. Основные принципы проектирования. Логическая структура процесса проектирования. Стадии проектирования. Правила компоновки печей. Роль эксперимента и математического моделирования в процессе проектирования
3	Тепловая работа печей и сушил	Особенности тепловой работы. Параметры технической эффективности. Виды балансовых расчетов при проектировании печей. Способы повышения тепловой экономичности печей. Особенности генерации теплоты в плавильных и нагревательных печах. Параметры полного сгорания газа. Теоретическая и балансовая температура горения газа. Требования к организации факела в рабочем пространстве печей. Классификация и основные характеристики газовых горелок. Устройство и принцип работы диффузионных, кинетических и инжекционных горелок. Выбор горелочных устройств для печей различного технологического назначения. Устройства для регенерации теплоты продуктов сгорания топлива

4	Расчет параметров тепловой работы, организации факела и футеровки печей	Общее уравнение теплового баланса печи. Приходные статьи теплового баланса. Расходные статьи теплового баланса. Структура потерь теплоты через футеровку печей. Структура полезных затрат теплоты на технологический процесс. Особенности расчета полезных затрат теплоты в стекловаренных печах. Методика расчета горелочных устройств. Термодинамический расчет параметров истечения газа. Расчет сопловой системы горелки. Особенности расчета длины и направленности факела в плавильных печах. Требования к энергоэффективности футеровки в плавильных и нагревательных печах. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы для сооружения печей. Разработка структуры кладки плавильных и нагревательных печей. Материалы для футеровки теплообменных устройств

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Разработка и эксплуатация тепловых агрегатов в производстве строительных материалов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Стоянов, Н. И.; Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и теплообмен : учебное пособие.; СКФУ, Ставрополь; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750> (Электронное издание)
2. Михатулин, Д. С.; Теплообмен, термодинамическое и термоэрозийное разрушение тепловой защиты; Издательство Янус-К, Москва; 2011; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468340> (Электронное издание)
3. Видин, Ю. В.; Теоретические основы теплотехники: теплообмен : учебное пособие.; СФУ, Красноярск; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497752> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Дзюзер, В. Я., Швыдкий, В. С., Дзюзер, В. Я.; Проектирование энергоэффективных стекловаренных печей : [монография].; Теплотехника, Москва; 2009 (8 экз.)
2. Швыдкий, В. С., Дзюзер, В. Я., Ильичев, С. С.; Решение задач конвективного теплообмена в среде Flotran : [учеб. пособие].; АМБ, Екатеринбург; 2010 (11 экз.)
3. Швыдкий, В. С., Дзюзер, В. Я.; Методы численного решения инженерных задач : учеб. пособие для студентов специальностей направления 270100 "Стр-во" всех форм обучения.; АМБ, Екатеринбург;

2010 (10 экз.)

4. Дзюзер, В. Я.; Теплотехника и тепловая работа печей : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Строительство" всех форм обучения.; Лань, Санкт-Петербург; 2016 (17 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Стоянов, Н. И.; Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и теплообмен : учебное пособие.; СКФУ, Ставрополь; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750>
2. Михатулин, Д. С.; Теплообмен, термодинамическое и термоэрозионное разрушение тепловой защиты; Издательство Янус-К, Москва; 2011; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468340>
3. Видин, Ю. В.; Теоретические основы теплотехники: теплообмен : учебное пособие.; СФУ, Красноярск; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497752>
4. Видин, Ю. В.; Теоретические основы теплотехники: теплообмен : учебное пособие.; СФУ, Красноярск; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497752>
5. Дзюзер, В. Я.; Теплотехника и тепловая работа печей : учебное пособие.; Лань, Санкт-Петербург; 2017; <https://e.lanbook.com/book/93750>
6. Хащенко, А. А., Калиниченко, М. Ю., Вислогузов, А. Н.; Техническая термодинамика и теплотехника : практикум.; СКФУ, Ставрополь; 2017; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483836>

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Российская государственная библиотека (Москва) – РГБ <http://www.rsl.ru>

Российская национальная библиотека (Санкт-Петербург) – <http://www.nlr.ru>

Научная библиотека МГУ – Москва – <http://www.lib.msu.ru>

Национальная электронная библиотека – <http://www.elibrary.ru>

Зональная научная библиотека УрФУ – <http://library.urfu.ru/resources/>

### **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Разработка и эксплуатация тепловых агрегатов в производстве строительных материалов**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	
5	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES