



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

10.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Технологии и цифровое управление процессами производства черных металлов и сплавов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Теплотехнических и энергетических систем

17.01.2023, протокол № 5


Зав. кафедрой  Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
10.02.2023 г. протокол № 7

Председатель  В.Р. Храмшин

Согласовано:

Зав. кафедрой Metallургии и химических технологий

 А.С. Харченко

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ТиЭС, канд. техн. наук

 М.А. Лемешко

Рецензент:

Зам. начальника ЦЭСТ ПАО "ММК",
канд. техн. наук

 В.Н. Михайловский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Металлургическая теплотехника» является: развитие у студентов устойчивых навыков применения фундаментальных законов теплообмена и механики газов, современной теории горения и рационального сжигания топлива;

формирование у студентов умения чтения схем, чертежей конструкций и элементов высокотемпературных металлургических печей и устройств;

изучение свойств и требований предъявляемых к материалам, применяемым при сооружении печей;

формирование у студентов на основе рациональной технологии нагрева металла, умений тепловых расчетов;

приобретение навыков тепловых расчетов печей, горелок, форсунок и горения газообразного, жидкого и твердого топлива.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Металлургическая теплотехника входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Теплофизика

Физика

Математика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Моделирование процессов и объектов в металлургии

Проектная деятельность

Методы исследования материалов и процессов

Ковшовая обработка стали

Управление технологическими процессами производства чугуна в доменных печах

Новые технологические решения в металлургии черных металлов

Разливка и кристаллизация стали

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Металлургическая теплотехника» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-2	Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений
ОПК-2.1	Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач
ОПК-2.2	Проводит оценку проектных решений и инженерных задач, в том числе экологическую
ОПК-2.3	Анализирует и оценивает работоспособность предприятия (технических объектов, систем и процессов) с учетом социальных ограничений

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 37 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 71 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1 Раздел. Металлургические печи, теплогенерация в печах, основы теории горения.								
1.1 Введение. Назначение тепловых процессов и агрегатов. Общая схема металлургической печи.	4	2			8	Проработка лекционного материала (Тема 1.1, Приложение 1)	Наличие конспектов лекций.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.2 Теплогенерация в печах. Виды энергии, используемой в печах		2		1	9	Проработка лекционного материала; решение задач (Тема 1.2, Приложение 1)	Наличие конспектов лекций; сдача практических задач.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.3 Основы теории горения, устройства для сжигания топлива, утилизация теплоты продуктов сгорания		2		4	7,8	Проработка лекционного материала; решение задач (Тема 1.3, Приложение 1)	Наличие конспектов лекций; сдача практических задач.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Итого по разделу		6		5	24,8			
2. 2 Раздел. Внешний и внутренний теплообмен								
2.1 Внешний и внутренний теплообмен в рабочем пространстве печей	4	1		2	2	Проработка лекционного материала; решение задач (Тема 2.1, Приложение 1)	Наличие конспектов лекций; сдача практических задач.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
2.2 Движение жидкости и газов в технологических агрегатах черной и цветной металлургии		2		2	2	Проработка лекционного материала; решение задач (Тема 2.2, приложение 1)	Наличие конспектов лекций; сдача практических задач.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Итого по разделу		3		4	4			
3. 3 Раздел. Основные типы промышленных печей								

3.1	Материалы, используемые в конструкциях высокотемпературных агрегатов	4	2	4	10	Проработка лекционного материала; решение задач (Тема 3.1, Приложение 1)	Наличие конспектов лекций; сдача практических задач.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
3.2	Основы технологии нагрева металла, выбор рациональных температурных режимов		2	2	10	Проработка лекционного материала; решение задач (Тема 3.2, Приложение 1)	Наличие конспектов лекций; сдача практических задач.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
3.3	Теплообменные аппараты и их сравнительная оценка		2	3	10	Проработка лекционного материала (Тема 3.3, Приложение 1)	Наличие конспектов лекций.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
3.4	Основные типы промышленных печей и важнейшие характеристики их тепловой работы		3		12,2	Проработка лекционного материала (Тема 3.4, Приложение 1)	Наличие конспектов лекций.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Итого по разделу			9	9	42,2			
Итого за семестр			18	18	71		зачёт	
Итого по дисциплине			18	18	71		зачет	

5 Образовательные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Металлургическая теплотехника» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные технологии.

Целями образовательных и информационных технологий являются:

- активизирование мышления обучающихся;
- формирование интереса к изучаемому материалу;
- развитие интеллекта и творческих способностей обучающихся.

Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. На занятиях внедряются такие информационные технологии, как использование электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет). Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, к контрольным работам и тестированию. Этапы познавательной деятельности студентов предполагают последовательно постановку интересующей их проблемы, выдвижение гипотез при ее решении, выражение решения гипотезы научным языком, а также реализация продукта в виде публичного выступления, доклада или презентации. Корректировки образовательного процесса проходят с использованием обратной связи между преподавателем и обучающимися на консультациях, а также при текущем и промежуточном контроле.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. *Металлургическая теплотехника : учебное пособие* / В. И. Лукьяненко, Г. Н. Мартыненко, А. В. Исанова, В. В. Черниченко. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 200 с. — ISBN 978-5-9729-0626-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/192517> (дата обращения: 25.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. *Тинькова, С.М. Теплофизика и металлургическая теплотехника : учеб. пособие* / С.М. Тинькова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. - 168 с. - ISBN 978-5-7638-3751-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032123>

3. *Дзюзер, В.Я. Теплотехника и тепловая работа печей: учебное пособие* / В.Я. Дзюзер. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1949-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93750>

б) Дополнительная литература:

1. Круглов, Г.А. Теплотехника: учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1017-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3900>

2. Брюханов, О.Н. Тепломассообмен: Учебник / О.Н. Брюханов, С.Н. Шевченко. - Москва: НИЦ Инфра-М, 2012. - 464 с. (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004803-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/258657>

3. Теплотехника: учебное пособие / В.В. Дырдин, А.А. Мальшин, В.Г. Смирнов, Т.Л. Ким. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 174 с. Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/115115>.

4. Матвеева, Г.Н. Экспериментальное исследование процессов теплообмена: учебное пособие / Г.Н. Матвеева, Ю.И. Тартаковский, Б. К. Сенечкин. - 2-е изд., подгот. по печ. изд. 2008 г. - Магнитогорск: МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=989.pdf&show=dcatalogues/1/1119153/989.pdf&view=true>

5. Макаров, А.Н. Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках: учебное пособие / А.Н. Макаров. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1653-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/50681> (дата обращения: 30.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Копцев, В.В. Тепловой расчет коксогозовой вагранки: учебное пособие / В.В. Копцев, А.В. Тихонов; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1407.pdf&show=dcatalogues/1/1123921/1407.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

7. Матвеева, Г.Н. Экспериментальное исследование процессов теплообмена: учебное пособие / Г.Н. Матвеева, Ю.И. Тартаковский, Б.К. Сенечкин. - 2-е изд., подгот. по печ. изд. 2008 г. - Магнитогорск: МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=989.pdf&show=dcatalogues/1/1119153/989.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

в) Методические указания:

1. Злоказова, Н.Г., Иванов, Д.А. Лабораторный практикум по дисциплинам «Топливо и ТСУ», «Теория и практика теплогенерации». Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2013. 53 с.

2. Свечникова, Н.Ю. Практикум по технической термодинамике и теплотехнике: практикум / Н.Ю. Свечникова, С.В. Юдина, А.В. Горохов; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3545.pdf&show=dcatalogues/1/1515134/3545.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Linux Calculate	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services,	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer	https://www.nature.com/siteindex
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный	https://archive.neicon.ru/xmlui/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Доска, мел.

Учебные аудитории, помещения для самостоятельной работы обучающихся. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Тесты для самопроверки

	Текст вопроса	Варианты ответов	Отметка о выборе эталона	Рейтинг сложности вопросов (1-легкий, 2-средний, 3-сложный)
1	К общей характеристике топлива относятся:	классификация по происхождению и агрегатному состоянию	Эталон	2
		химический состав	Эталон	
		теплота сгорания	Эталон	
		коэффициент расхода воздуха при сжигании		
		количество необходимого для горения воздуха и выход продуктов сгорания		
2	Важнейшие химические элементы топлива органического происхождения:	углерод и кислород		1
		углерод и водород	Эталон	
		кислород и водород		
		углерод и азот		
3	В состав негорючей минеральной части топлива - золы входят	Al_2O_3	Эталон	1
		SiO_2	Эталон	
		CaO	Эталон	
		CO_2		
		SO_2		
		N_2		
4	Какая сера, содержащаяся в топливе, не участвует в горении?	органическая		2
		колчеданная		
		сульфатная	Эталон	
		органическая и колчеданная		
5	Химический анализ топлива по элементному составу применяют	для твердого топлива	Эталон	3
		для жидкого топлива	Эталон	
		для газообразного топлива искусственного происхождения		
		для газообразного топлива естественного происхождения		
		для смеси газообразных топлив		
6	Какая часть влаги, содержащейся в топливе, теряется при сушке?	гигроскопическая		2
		внешняя, удерживаемая механически	Эталон	
		химически связанная		
		гигроскопическая и химически связанная		
7	Какая теплота сгорания топлива соответствует действительному	высшая теплота сгорания		2
		низшая теплота сгорания	Эталон	

	количеству теплоты, выделяемой при сгорании в печах и топках?	при сжигании с недостатком воздуха		
		при обогащении дутья кислородом		
		при сжигании с избытком воздуха		
8	В каком виде твердого топлива содержание углерода в составе органической массы может достигать 80-96%?	древесина		2
		торф		
		бурые угли		
		каменные угли	Эталон	
		горючие сланцы		
9	Какому газообразному топливу с теплотой сгорания 3,5-4,0 МДж/м ³ соответствует примерный состав: 9-14% CO ₂ ; 25-30% CO; 57-58% N ₂ ; остальное - CH ₄ и H ₂ .	доменный (колошниковый) газ	Эталон	2
		коксовый газ		
		коксодоменная смесь		
		природный газ		
		смесь доменного и природного газов		
		смесь коксового и природного газов		
10	Теплота сгорания условного топлива:	7000 кДж/кг		2
		29,3 МДж/кг	Эталон	
		29,3 ккал/кг		
		35,5 МДж/кг		
11	Интервал значений «пирометрического коэффициента» для ориентировочного определения действительной температуры в печах и топках:	0,55-0,65		3
		0,65-0,85	Эталон	
		0,85-0,95		
		0,95-1,05		
		0,35-0,45		
		0,45-0,55		
12	Наибольшее количество теплоты, которое печь может нормально (без недожога топлива в рабочем пространстве) усвоить, называется:	тепловой нагрузкой печи		3
		тепловой мощностью печи	Эталон	
		тепловым режимом печи		
		коэффициентом использования тепла		
		коэффициентом полезного действия		
13	Удельная производительность (напряженность пода печи) характеризует:	интенсивность работы печи	Эталон	3
		интенсивность тепловыделения в печи		
		часовой объем производства		
		% выхода годного продукта		
		размеры рабочего пространства агрегата		
14	Что учитывается в статье «теплота экзотермических реакций» приходной части теплового баланса теплотехнических агрегатов?	все химические реакции, идущие с положительным тепловым эффектом		2
		все химические реакции, идущие с положительным тепловым эффектом, кроме реакций горения топлива.	Эталон	
		теплота, выделяемая при горении		

		топлива		
		теплота, вносимая исходными технологическими материалами		
		теплота, вносимая нагретыми воздухом и топливом		
15	К какому типу печей относятся методические печи?	печи постоянного действия, температура в которых не меняется со временем	Эталон	1
		печи периодического действия, с переменной во времени температурой		
		печи с одинаковой температурой по длине рабочего пространства		
		печи с максимальной температурой при входе заготовок в рабочее пространство		
16	Качество работы печи, ее совершенство как теплового агрегата характеризуется:	коэффициентом полезного теплоиспользования (к.п.т.)	Эталон	3
		коэффициентом полезного действия (к.п.д.)		
		количеством теплоты, которое подают в печь (МДж/ч)		
		удельным расходом топлива (т.у.т./т продукции)		
17	К огнеупорным относят материалы, огнеупорность которых не ниже (по стандартам и терминологии России):	1580 °С	Эталон	3
		1780 °С		
		1680 °С		
		1880 °С		
18	Изделия с огнеупорностью 1770-2000 °С относятся к виду:	огнеупорные		3
		высокоогнеупорные	Эталон	
		высшей огнеупорности		
		теплоизоляционные		
19	В каких огнеупорах в качестве основы преобладает SiO ₂ ?	шамотные		3
		динасовые	Эталон	
		высокоглиноземистые		
		циркониевые форстеритовые		
20	В каких огнеупорах основой является MgO?	кислые		3
		основные	Эталон	
		вспомогательные		
		нейтральные		
21	Какие из приведенных огнеупоров имеют меньший коэффициент теплопроводности?	магнезитовые		2
		динасовые		
		пеношамотные	Эталон	
		шамотные		
22	Какие огнеупоры выдерживают меньшее количество теплосмен (термоударов)?	шамотные		3
		динасовые	Эталон	
		магнезитовые		
		высокоглиноземистые		

23	Факторы, улучшающие качество теплоизоляции печей, топок, паропроводов	увеличение плотности набивки ваты, асбеста и др.		1
		увлажнение пористых теплоизоляторов		
		применение теплоизоляции большей пористости	Эталон	
		применение теплоизоляции большей плотности		
		применение вакуумно-многослойной теплоизоляции	Эталон	
24	К какой группе относятся нормализованные горелки типа «труба в трубе» конструкции Стальпроекта?	без предварительного смешения	Эталон	2
		плоскопламенные		
		короткопламенные		
		с предварительным смешением		
		инжекционные		
25	Укажите правильную последовательность убывания концентрации компонентов продуктов горения топлива в печах и топках при сжигании в атмосферном воздухе	CO ₂ , H ₂ O, N ₂		3
		N ₂ , H ₂ O, CO ₂		
		N ₂ , CO ₂ , H ₂ O	Эталон	
		H ₂ O, N ₂ , CO ₂		
		H ₂ O, CO ₂ , N ₂		
		CO ₂ , N ₂ , H ₂ O		
26	Какие стали обладают меньшим коэффициентом теплопроводности и требуют более медленного нагрева?	малоуглеродистые		1
		среднеуглеродистые		
		высокоуглеродистые		
		низколегированные		
		высоколегированные	Эталон	
27	Какие из перечисленных факторов приводят к потерям давления на местные сопротивления при движении газов по трубам и каналам?	изменения направления потока	Эталон	2
		изменения сечения канала	Эталон	
		вход потока в канал и выход из него	Эталон	
		трение о стенки канала		
		слияние и разделение потоков	Эталон	
		прохождение через плоскую решетку или дроссельную шайбу	Эталон	
		шероховатость стен труб, каналов		

Перечень вопросов для самостоятельной работы

Тема 1.1

1. Назначение и классификация металлургических печей.
2. Назначение и общая схема промышленной печи.

Тема 1.2

1. Нагрев дуговой и плазменный. Назначение, области эффективного применения.
2. Нагрев индукционный. Назначение, области эффективного применения
3. Нагрев электросопротивлением и электроннолучевой. Назначение, области эффективного применения.

Тема 1.3

1. Виды топлива и их состав. Условное топливо.
2. Основные характеристики топлива.
3. Устройства для сжигания топлива.

4. Содержание и последовательность расчетов горения топлива.

Тема 2.1

1. Основные закономерности механики печных газов.
2. Составление и анализ тепловых балансов печей, основные теплотехнические показатели работы печей и пути энергосбережения.

Тема 2.2

1. Свободные и частично ограниченные струйные течения.
2. Ограниченные струйные течения. Инжектор и эжектор.
3. Виды движения газов в печах.
4. Потери энергии при движении газов.

Тема 3.1

1. Материалы, применяемые в печах.
2. Основные элементы конструкций печей.
3. Основные типы плавильных, нагревательных и термических печей.
4. Огнеупорные материалы, их основные свойства.
5. Теплоизоляционные материалы, их основные свойства.

Тема 3.2

1. Основы технологии нагрева металла. Типовые режимы нагрева «тонких» и «массивных» заготовок.
2. Особенности нагрева качественных сталей.
3. Основы расчета нагрева «тонких» и «массивных» заготовок.
4. Влияние условий охлаждения металла на его свойства.
5. Виды брака при нагреве металла и пути снижения потерь металла.
6. Коэффициент теплопроводности сталей и факторы, влияющие на него.

Тема 3.3

1. Использование вторичных энергоресурсов. Типы теплообменников, их назначение и сравнительная оценка.
2. Основы теории подобия и моделирования теплотехнических и теплоэнергетических процессов и оборудования.
3. Очистка дымовых газов.

Тема 3.4

1. Классификация промышленных печей.
2. Вспомогательное оборудование печей.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-2: Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений		
ОПК-2.1	Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач	<p>Список контрольных вопросов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виды топлива и их состав. Условное топливо. 2. Основные характеристики топлива. 3. Устройства для сжигания топлива. 4. Содержание и последовательность расчетов горения топлива. 5. Нагрев дуговой и плазменный. Назначение, области эффективного применения. 6. Нагрев индукционный. Назначение, области эффективного применения 7. Нагрев электросопротивлением и электроннолучевой. Назначение, области эффективного применения 8. Основные закономерности механики печных газов. 9. Свободные и частично ограниченные струйные течения. 10. Ограниченные струйные течения. Инжектор и эжектор. 11. Виды движения газов в печах. 12. Потери энергии при движении газов. 13. Коэффициент теплопроводности сталей и факторы, влияющие на него. 14. Влияние условий охлаждения металла на его свойства. 15. Основы теории подобия и моделирования теплотехнических и теплоэнергетических процессов и оборудования.
ОПК-2.2	Проводит оценку проектных решений и инженерных задач, в том числе экологическую	<p>Примеры задач:</p> <p>Пример 1. Определить температуру в центре сляба из малоуглеродистой стали толщиной $b=0.3\text{ м}$, нагреваемого в методической зоне печи с шагающим подом с $t_{\text{пов}} = 0^{\circ}\text{C}$ до $t_{\text{пов}} = 600^{\circ}\text{C}$, если температура продуктов сгорания в зоне печи меняется от 800°C до 1300°C в конце зоны. Средний коэффициент теплоотдачи принять $100\text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$</p> <p>Пример 2. Рассчитать рекуператор для подогрева воздуха для следующих условий: температура воздуха на входе – выходе рекуператора: $0\text{-}450^{\circ}\text{C}$, температура дыма на входе в рекуператор - 1050°C, расход газа на отопление печи $V=5.46\text{ м}^3/\text{с}$, количество дыма на входе в рекуператор $V=34.9\text{ м}^3/\text{с}$. Состав дымовых газов: $\text{N}_2=72\%$, $\text{CO}_2=11\%$, $\text{H}_2\text{O}=17\%$</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства													
ОПК-2.3	Анализирует и оценивает работоспособность предприятия (технических объектов, систем и процессов) с учетом социальных ограничений	Пример комплексной задачи по вариантам: Расчет воздухоподогревателя доменной печи													
		Номер вар-га	Расход дутья, м ³ /мин	Температура подогрева воздуха	Тип насадки	Топливо	Температура воздуха на входе в насадку	Давление Дутья, Мн/м ²	Влагосодержание, г/м ³			Коэффициент расхода воздуха	Теплота сгорания смеси топлива, МДж/м ³	Размер ячеек	Количество воздухоподогревателей в блоке
		1	3500	1200	Блочная БНИ-1 2-2	Дом.газ +прир.газ	115	0.32	32	19	15	1.23	5.2	Ø 41	3
		2	2600	1230	Блочная БНИ-1 2-2	Дом.газ +прир.газ	140	0.34	25	40	25	1.2	8.0	Ø 41	4
		3	3100	1170	Прямоугольная	Дом.газ +прир.газ	130	0.35	35	25	18	1.25	5.1	60x60	3
		4	3300	1150	Блочная БНИ-1 2-2	Дом.газ +прир.газ	100	0.37	30	35	23	1.22	5.2	Ø 41	3
		5	3500	1220	Фасонная-Н К-2	Дом.газ +прир.газ	110	0.39	35	35	19	1.2	5.0	55x55	4
		6	3600	1150	Фасонная-Н К-2	Дом.газ +прир.газ	125	0.36	28	32	25	1.24	5.1	65x65	3
		7	2900	1190	Ребристая-К-2Н	Дом.газ +прир.газ	120	0.32	25	30	20	1.24	5.3	65x65	3

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства													
		8	3000	1220	Прямой угольный	Дом.газ +прир.газ	180	0.33	23	28	20	1.21	5.3	60x60	4
9	5000	1200	Блочная БНИ-1 2-2	Дом.газ +прир.газ	100	0.43	33.7	13.5	25	1.25	5.1	Ø 41	4		
10	3600	1150	Фасонная-Н К-2	Дом.газ +прир.газ	125	0.32	25.2	9.73	25	1.2	5.1	65x65	4		
11	2900	1180	Фасонная-Н К-2	Дом.газ +прир.газ	150	0.29	30	25	20	1.25	5.0	55x55	3		
12	2700	1250	Фасонная-Н К-2	Дом.газ +прир.газ	150	0.35	30	25	18	1.22	5.2	55x55	4		
13	2700	1000	Фасонная-Н К-2	Дом.газ +прир.газ	110	0.31	33.7	18.5	14	1.2	4.8	65x65	4		
14	3800	1230	Фасонная-Н К-2	Дом.газ +прир.газ	120	0.39	33.7	18.5	18	1.23	4.9	55x55	4		
15	2300	1170	Ребристая-К-2Н	Дом.газ +прир.газ	130	0.27	40	30	18	1.22	4.9	65x65	4		
Тепловой расчет регенератора															
Вариант	Температура воздуха на входе в регенератор, С	Средняя температура подогрева воздуха, С	Вид топлива	Максимальная тепловая нагрузка печи, МВт	Температура продукта в сгорания на входе в регенератор	Средний коэффициент расхода воздуха в регенераторе	Тип насадки	Размер ячейки, мм	Продолжительность периода, мин.						

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства									
							ор, С				
		1	20	970	Прир.газ+1 5% мазута	46.9	1570	1.44	Каупера	160x1 60	9
		2	25	1000	Прир.газ+2 0% мазута	44.4	1520	1.46	Петерсена	120x1 20	10
		3	30	1050	Прир.газ+2 5% мазута	46.0	1560	1.48	Сименса	165x1 65	11
		4	35	1110	Прир.газ+3 0% мазута	48	1500	1.50	Брусковая	140x1 40	12
		5	40	950	Прир.газ+1 5% мазута	50	1560	1.3	Каупера	100x1 00	9
		6	45	1050	Прир.газ+2 0% мазута	48.1	1490	1.34	Петерсена	120x1 20	10
		7	50	1100	Прир.газ+2 5% мазута	53.1	1480	1.36	Сименса	140x1 40	11
		8	55	1000	Прир.газ+3 0% мазута	55.5	1530	1.38	Брусковая	100x1 00	12
		9	20	1150	Прир.газ+1 5% мазута	58.2	1570	1.4	Каупера	120x1 20	9
		10	25	950	Прир.газ+2 0% мазута	54.3	1520	1.44	Петерсена	140x1 40	10
		11	30	1000	Прир.газ+2 5% мазута	56.5	1560	1.46	Сименса	100x1 00	11
		12	35	1050	Прир.газ+3 0% мазута	48.1	1500	1.48	Брусковая	120x1 20	12
		13	40	1100	Прир.газ+1 5% мазута	53.1	1560	1.50	Каупера	140x1 40	9
		14	45	980	Прир.газ+2 0% мазута	55.5	1490	1.3	Петерсена	100x1 00	10
		15	50	950	Прир.газ+2 5% мазута	58.2	1480	1.34	Сименса	120x1 20	11
		16	20	1000	Прир.газ+3 0% мазута	54.3	1530	1.36	Брусковая	140x1 40	12

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства									
		17	25	1050	Прир.газ+15% мазута	56.5	1570	1.38	Каупера	100x100	9
		18	30	1100	Прир.газ+20% мазута	48.1	1520	1.4	Петерсена	120x120	10
		19	35	980	Прир.газ+25% мазута	53.1	1560	1.44	Сименса	140x140	11
		20	40	1000	Прир.газ+30% мазута	55.5	1500	1.46	Брусковая	100x100	12
		21	45	1050	Прир.газ+15% мазута	58.2	1560	1.48	Каупера	120x120	9
		22	50	1100	Прир.газ+20% мазута	54.3	1490	1.50	Петерсена	140x140	10
		23	20	950	Прир.газ+25% мазута	56.5	1480	1.3	Сименса	100x100	11
		24	25	1000	Прир.газ+30% мазута	44.4	1530	1.34	Брусковая	120x120	12
		25	30	1050	Прир.газ+15% мазута	46.0	1480	1.36	Каупера	140x140	9

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Металлургическая теплотехника» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме.

Показатели и критерии оценивания зачета:

- на оценку «зачтено» – обучающийся должен показать уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений. Так же должно быть представлено творческое задание, в котором отражены проблемы, касающиеся всех аспектов защиты окружающей среды от выбросов/сбросов объектов энергетики.

- на оценку «не зачтено» – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.