

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
1158993	Теплофизика и теплотехника металлургических процессов и агрегатов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Metallurgy of black, colored and rare metals	Код ОП 1. 22.04.02/33.02
Направление подготовки 1. Metallurgy	Код направления и уровня подготовки 1. 22.04.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гольцев Владимир Арисович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	теплофизики и информатики в металлургии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теплофизика и теплотехника металлургических процессов и агрегатов

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль является комплексным и позволяет студентам изучить теоретические аспекты металлургических процессов и практические основы работы теплотехнических агрегатов. Дисциплина «Теплофизика металлургических процессов» направлена на изучение студентами методов анализа процессов тепломассообмена в типовых металлургических переделах, а также изучение подходов к их математическому описанию. Дисциплина «Конструирование и расчет нагревательных печей» формирует систему знаний по конструированию и тепловой работе различных типов нагревательных печей черной и цветной металлургии. Дисциплина «Современные энергоэффективные технологии металлургического производства» направлена на углубленное изучение систем энергопотребления и энергосбережения в металлургической промышленности.

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	Конструирование и расчет нагревательных печей	3
2	Современные энергоэффективные технологии металлургического производства	3
3	Теплофизика металлургических процессов	12
ИТОГО по модулю:		18

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>Конструирование и расчет нагревательных печей</p>	<p>ПК-13 - Способен проводить теплотехнический анализ эксплуатируемых и вновь создаваемых технологических аппаратов при производстве черных и цветных металлов</p>	<p>З-2 - Сделать обзор методик теплотехнического расчета печных агрегатов черной и цветной металлургии</p> <p>З-3 - Описывать методики теплотехнических обследований при наладке и эксплуатации металлургических печей</p> <p>У-2 - Выбирать методики расчёта материальных и тепловых балансов основных и вспомогательных агрегатов черной и цветной металлургии с учетом тепловых режимов</p> <p>П-1 - Производить расчет материального и теплового балансов металлургических агрегатов различных типов с использованием методик расчета, учитывающих особенности тепловых режимов</p> <p>П-2 - Осуществлять подбор оборудования и комплектующих для наладки тепловых режимов металлургических агрегатов, используя методики теплотехнических обследований</p> <p>Д-1 - Демонстрировать интерес к профессиональной деятельности и стремление к расширению профессиональных знаний</p>
<p>Современные энергоэффективные технологии металлургического производства</p>	<p>ПК-13 - Способен проводить теплотехнический анализ эксплуатируемых и вновь создаваемых технологических аппаратов при производстве черных и цветных металлов</p>	<p>З-1 - Идентифицировать теплотехнические агрегаты чёрной и цветной металлургии, особенности их тепловой работы и теплового баланса</p> <p>З-2 - Сделать обзор методик теплотехнического расчета печных агрегатов черной и цветной металлургии</p> <p>П-1 - Производить расчет материального и теплового балансов металлургических агрегатов различных типов с использованием методик расчета, учитывающих особенности тепловых режимов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать интерес к профессиональной деятельности и стремление к расширению профессиональных знаний</p>

Теплофизика металлургических процессов	ПК-13 - Способен проводить теплотехнический анализ эксплуатируемых и вновь создаваемых технологических аппаратов при производстве черных и цветных металлов	<p>З-1 - Идентифицировать теплотехнические агрегаты чёрной и цветной металлургии, особенности их тепловой работы и теплового баланса</p> <p>З-3 - Описывать методики теплотехнических обследований при наладке и эксплуатации металлургических печей</p> <p>У-2 - Выбирать методики расчёта материальных и тепловых балансов основных и вспомогательных агрегатов черной и цветной металлургии с учетом тепловых режимов</p> <p>П-1 - Производить расчет материального и теплового балансов металлургических агрегатов различных типов с использованием методик расчета, учитывающих особенности тепловых режимов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать интерес к профессиональной деятельности и стремление к расширению профессиональных знаний</p>
	ПК-14 - Способен разрабатывать предложения по повышению энергоэффективности металлургической технологии за счет рационального использования вторичных энергетических ресурсов	<p>З-1 - Классифицировать показатели энергоэффективности металлургического производства, принципы рационального использования и методики расчета эффективности энергосберегающих технологий в металлургии</p> <p>У-1 - Оценивать эффективность энергосберегающих технологий и энергоэффективность действующего и вновь создаваемого металлургического оборудования</p> <p>П-1 - Выполнять, используя методики, расчет эффективности энергосберегающих технологий и энергоэффективности различного теплоэнергетического оборудования</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитическое мышление</p>
	ПК-17 - Способен проводить конструирование отдельных элементов и	З-1 - Идентифицировать элементы и конструкцию металлургического агрегата в

	<p>всего металлургического агрегата в целом</p>	<p>целом для обработки черных и цветных металлов.</p> <p>З-2 - Описывать методики и алгоритмы теплотехнических расчетов конструкций металлургических печей различного технологического назначения</p> <p>У-1 - Выбирать методики теплотехнических расчетов конструкций металлургических печей с учетом их технологического назначения</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методик расчета и методов проектирования и проводить теплотехнические расчеты и проектирование конструкций металлургических печей различного технологического назначения</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень внимательности и самостоятельности при выполнении теплотехнических расчетов и разработке конструкций</p>
--	---	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Конструирование и расчет нагревательных
печей

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Казяев Михаил Дмитриевич	кандидат технических наук, профессор	Профессор	теплофизики и информатики в металлургии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Инженерная школа новой индустрии

Протокол № 20220331-01 от 31.03.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

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.	Введение	Промышленное назначение нагревательных печей. Подразделение печей на собственно нагревательные и термические (технологическое разделение). Особенности режимов работы и их влияние на конструкции нагревательных печей.
2.	Нагревательные печи машиностроительной промышленности	1. Конструирование и расчёт тепловой работы камерных печей. 2. Конструирование и расчёт камерных печей с изменяющейся рабочей температурой. 3. Общие принципы конструирования печей камерного типа.
3.	Нагревательные печи металлургической промышленности	1. Особенности конструкций и тепловой работы нагревательных печей непрерывного действия. 2. Конструирование и расчёт тепловой работы методических печей. 3. Конструирование и расчёт тепловой работы проходных печей.
4.	Основные показатели тепловой работы нагревательных печей и вопросы автоматизации, экологии и экономии топлива	Расчёты тепловой работы и конструирование нагревательных печей различных классов.

	при конструировании нагревательных печей.	
--	---	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Конструирование и расчет нагревательных печей

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Metallurgicheskaya teplo tekhnika : uchebnoe posobie.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617615> (Электронное издание)
2. ; Metallurgicheskaya teplo tekhnika : uchebnoe posobie.; ФЛИНТА, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461092> (Электронное издание)
3. Попелюх, А. И.; Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574950> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Телегин, А. С., Ярошенко, Ю. Г.; Теплотехнические расчеты металлургических печей : Учеб. пособие для металлург. специальностей.; Металлургия, Москва; 1993 (98 экз.)
2. Гушин, С. Н., Казяев, М. Д.; Расчеты горения топлив : Учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 1995 (1 экз.)
3. , Кутьин, В. Б., Лобанов, В. И.; Топливосжигающие устройства : Учеб. пособие.; УПИ, Свердловск; 1983 (7 экз.)
4. ; Metallurgicheskaya teplo tekhnika : [учебник для металлург. специальностей вузов : в 2 т. Т. 1. Теоретические основы; Металлургия, Москва; 1986 (5 экз.)
5. ; Metallurgicheskaya teplo tekhnika : [учебник для металлург. специальностей вузов : в 2 т. Т. 2. Конструкция и работа печей; Металлургия, Москва; 1986 (40 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Конструирование и расчет нагревательных печей

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	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 Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	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 Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 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 Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

--	--	--	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Современные энергоэффективные
технологии металлургического
производства

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гольцев Владимир Арисович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	теплофизики и информатики в металлургии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Инженерная школа новой индустрии

Протокол № 20220331-01 от 31.03.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

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.	Общая характеристика энергопотребления в металлургии	Место и роль данного курса среди других дисциплин. Задача курса, общая характеристика содержания. Порядок контроля усвоения материала. Основная рекомендуемая литература. Актуальность энергосбережения в России. Энергетический баланс металлургического предприятия. Характеристика основных энергоресурсов.
2.	Вторичные энергоресурсы (ВЭР) и их рациональное использование	Классификация ВЭР. Выход и технологии использования тепловых ВЭР. Особенности тепловой работы и конструкции рекуператоров, регенераторов и энерготехнологических агрегатов. Методики теплового расчета. Использование физической теплоты готовых продуктов металлургического производства и шлаков. Схемы охлаждения и использование теплоты хладагентов металлургических агрегатов. Выход и технологии использования топливных и потенциальных ВЭР.
3.	Энергосберегающие технологии при производстве тепловой и электрической энергии, вакуума, сжатого воздуха и технических газов на металлургическом предприятии	Тепловые схемы и теплоэнергетическое оборудование теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) металлургического предприятия. Конструкции, режимы работы и тепловые балансы паровых и водогрейных котлов. Принцип действия и конструкции паровых и газовых турбин. Теоретические основы процесса сжатия газа. Классификация воздуходувных машин.

		<p>Поршневые машины. Индикаторная диаграмма сжатия газа в поршневой машине. Многоступенчатое сжатие. Производительность и способы ее регулирования для поршневой машины. Охлаждение газа в процессе сжатия.</p> <p>Классификация лопастных машин. Уравнение Эйлера для рабочего колеса. Полная и универсальная характеристика центробежной и осевой машины. Работа машины на сеть, явление помпажа. Регулирование производительности лопастных машин.</p> <p>Применение вакуума и вакуумных установок в металлургии. Основное уравнение вакуумной техники и его анализ. Вакуумные трассы, режимы течения газа в вакуумпроводе. Вакуумные насосы, их конструкции и характеристики.</p> <p>Применение кислорода и других технических газов в металлургии. Основные технологии получения жидкого воздуха (циклы Линде и Капицы). Разделение воздуха методом низкотемпературной ректификации. Схемы и оборудование воздухоразделительных установок.</p>
4.	<p>Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии в металлургии</p>	<p>Ресурсо- и энергосбережение в доменном производстве. Комбинированное дутье. Анализ условий доменной плавки на комбинированном дутье с использованием пылеугольного топлива и кислорода.</p> <p>Энерго- и ресурсосбережение в технологиях производства стали. Кислородно-конвертерный процесс, производство стали в дуговых электропечах. Технологии мини- и микрометаллургии, перспективы развития. Ресурсосберегающие технологии внепечной обработки и разливки стали.</p> <p>Основные альтернативные методы прямого получения железа и чугуна (твердофазные и жидкофазные методы). Новые технологии получения жидкого металла комбинированными методами.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные энергоэффективные технологии металлургического производства

Электронные ресурсы (издания)

1. , Щелоков, Я. М., Данилов, Н. И.; Энергосбережение в металлургическом комплексе : Учеб.-метод.

разраб. для студентов всех форм обучения по направлению 651300 - Metallургия.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2002; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1307> (Электронное издание)

2. Стрельников, Н. А.; Энергосбережение : учебник.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436283> (Электронное издание)

3. Сибикин, М. Ю.; Технология энергосбережения : учебник.; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253968> (Электронное издание)

4. Жуков, Н. П.; Энергосбережение в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498923> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Китаев, Б. И., Суханов, Е. Л., Ярошенко, Ю. Г.; Теплотехника доменного процесса; Metallургия, Москва; 1978 (13 экз.)

2. Советкин, В. Л., Карелов, С. В., Мамяченков, С. В., Ярошенко, Ю. Г.; Твердые отходы производства и потребления : Учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2002 (1 экз.)

3. Ярошенко, Ю. Г., Ярошенко, Ю. Г.; Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии черной металлургии : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 150400 "Metallургия".; УИПЦ, Екатеринбург; 2012 (49 экз.)

4. , Прибытков, И. А.; Теплотехника и теплоэнергетика металлургического производства : Сб. задач : Учеб. пособие для студентов металлург. специальностей вузов.; Metallургия, Москва; 1993 (13 экз.)

5. Данилов, Н. И., Щелоков, Я. М.; Энциклопедия энергосбережения; Сократ, Екатеринбург; 2002 (3 экз.)

6. , Голубев, В. П., Дружинина, О. Г., Пареньков, А. Е.; Энергетический анализ. Методика и базовое информационное обеспечение : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001 (20 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные энергоэффективные технологии металлургического производства

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 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 Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Самостоятельная работа студентов	Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теплофизика металлургических процессов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Киселев Евгений Владимирович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	теплофизики и информатики в металлургии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Инженерная школа новой индустрии

Протокол № 20220331-01 от 31.03.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

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.	Теплофизические основы классификации промышленных печей	Теплофизические основы классификации промышленных печей. Конструирование промышленных печей при условии разделения их на классы. Основные теплофизические процессы: теплогенерации, движения газов и теплообмена, на примерах конкретных технологий производства и обработки металлов.
2.	Теплофизические процессы, протекающие в рабочем пространстве печей	Теплофизические процессы, протекающие в рабочем пространстве печи. Рабочее пространство промышленной печи как объект для размещения технологического материала, подвергающегося тепловой обработке. Совокупность процессов теплогенерации, газодинамики и теплообмена, определяющих тепловую работу печи. Топливная и электрическая теплогенерация, движения газов, теплообмен – факторы, формирующие концепцию конструирования промышленной печи
3.	Теплообмен излучением в металлургических агрегатах	Законы излучения абсолютно чёрного тела и реальных тел. Особенности излучения газов. Оптико-геометрические коэффициенты. Метод сальдо-потоков. Зональные методы расчёта теплообмена излучением. Классический зональный метод для системы поверхностей, разделённых излучающим и поглощающим газом при смешанной постановке задачи. Трудности расчёта обобщённых разрешающих угловых коэффициентов, их преодоление. Учёт конвективной составляющей теплообмена. Приближённые методы решения уравнения переноса излучения. Схемы расчёта теплообмена излучением в математических пакетах и средах.

4.	Конвективный и сложный теплообмен	Общие сведения о конвективном теплообмене. Математическое описание конвективного теплообмена. Уравнения теплового пограничного слоя. Свободная конвекция, осложнённая другими видами теплопереноса. Теплообмен при свободной конвекции в замкнутых полостях. Влияние излучения на результаты теплообмена. Примеры численного решения задач теплообмена при свободной конвекции. Конвективный теплообмен при движении среды в каналах переменного профиля (численные решения). Инженерные модели турбулентности. Построение численной модели задачи сопряжённого теплообмена. Использование системы ANSYS (пакеты FLOTRAN, CFX, Fluent) для расчёта параметров течения и теплообмена в каналах сложной формы.
5.	Особенности математического моделирования и конструирования металлургических печей и агрегатов	Особенности конструирования топливных и электрических печей непрерывного и периодического действия. Конструкции топливных печей непрерывного и периодического действия. Режимы работы, особенности газодинамики и теплообмена. Принципы конструирования топливных печей. Конструкции электрических печей непрерывного и периодического действия. Режимы работы, особенности теплообмена. Принципы конструирования электрических печей. Распространённые математические пакеты при решении задач тепломассопереноса.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теплофизика металлургических процессов

Электронные ресурсы (издания)

1. Мухутдинов, А. Р.; Основы применения ANSYS Autodyn для решения задач моделирования быстропротекающих процессов : учебное пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560918> (Электронное издание)

2. Верхотуркин, Е. Ю.; Интерфейс и генерирование сетки в ANSYS Workbench: учебное пособие по курсу «Геометрическое моделирование в САПР» : учебное пособие.; МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258475> (Электронное издание)

3. Иванов, И. П.; Программные средства обработки результатов расчетов в инженерных пакетах Ansys CFX и Aباqus для высокопроизводительных вычислительных установок : учебное пособие.; МГТУ

им. Н.Э. Баумана, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257478> (Электронное издание)

4. Поникаров, А. С.; Многокомпонентный массоперенос в системах газ (пар) – жидкость : монография.; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612707> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Телегин, А. С., Ярошенко, Ю. Г.; Тепломассоперенос : учебник для вузов.; Академкнига, Москва; 2002 (147 экз.)

2. Телегин, А. С., Швыдкий, В. С., Ярошенко, Ю. Г.; Тепломассоперенос : Учеб. пособие для вузов.; Металлургия, Москва; 1995 (58 экз.)

3. ; Введение в системный анализ теплофизических процессов металлургии : Учеб. пособие для вузов.; Изд-во УГТУ, Екатеринбург; 1999 (3 экз.)

4. Швыдкий, В. С., Ладыгичев, М. Г., Шаврин, В. С.; Математические методы теплофизики : Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Теплофизика, автоматизация и экология промышленных печей".; Машиностроение-1, Москва; 2001 (13 экз.)

5. Швыдкий, В. С., Ладыгичев, М. Г., Шаврин, В. С.; Математические методы теплофизики : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Теплофизика, автоматизация и экология пром. печей".; Теплотехник, Москва; 2005 (12 экз.)

6. Швыдкий, В. С., Дзюзер, В. Я., Ильичев, С. С.; Решение задач конвективного тепломассопереноса в среде Flotran : [учеб. пособие].; АМБ, Екатеринбург; 2010 (11 экз.)

7. 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.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теплофизика металлургических процессов

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
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Курсовая работа/ курсовой проект	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	<p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES