

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
1152581	Теория металлургических систем и процессов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Metallurgy of titanium	Код ОП 1. 22.03.02/33.03
Направление подготовки 1. Metallurgy	Код направления и уровня подготовки 1. 22.03.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Лозовая Елизавета Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	металлургии железа и сплавов
2	Рогачев Владимир Васильевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	металлургии железа и сплавов

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теория металлургических систем и процессов

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль является теоретической основой изучения технологий получения металлов и сплавов. Обучение направлено на формирование компетенций в области теории металлургических процессов, а также навыков анализа процессов черной металлургии с целью дальнейшего применения полученных знаний и умений в решении конкретных практических задач. Модуль состоит из одноименной дисциплины и включает два тематических раздела «Физикохимия металлургических систем и процессов» и «Физико-химическая гидродинамика и механика сыпучих сред», в которых последовательно изучаются вопросы строения и свойств металлургических систем, термодинамических и кинетических закономерностей взаимодействия и равновесия фаз, основы гидродинамики жидких металлов, газов, механики сыпучих сред, их физико-химических свойств и поверхностных явлений. Дисциплины модуля могут быть реализованы в смешанной и традиционной технологии. Реализация дисциплин модуля с использованием смешанной технологии обучения предполагает применение разработанных электронных ресурсов, размещенных на образовательной платформе УрФУ.

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	Теория металлургических систем и процессов	6
ИТОГО по модулю:		6

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
Теория металлургически	ПК-15 - Способен на основе анализа технологических	З-1 - Изложить основные закономерности процессов движения сыпучих сред, жидкости и газов, законы и понятия

<p>х систем и процессов</p>	<p>процессов производства легких цветных металлов и их сплавов разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию</p>	<p>физической химии применительно к металлургическим агрегатам</p> <p>У-1 - Анализировать химические реакции процессов производства черных металлов, влияние свойств сыпучих сред, жидкостей и газов на протекание металлургических процессов</p> <p>П-1 - Самостоятельно выполнять термодинамические расчеты, расчетов параметров движения сыпучих сред, жидкости и газов.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой с целью поиска и анализа современных тенденций в области производства черных металлов</p>
-----------------------------	---	--

1.5. Форма обучения

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория металлургических систем и
процессов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Лозовая Елизавета Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	металлургии железа и сплавов
2	Рогачев Владимир Васильевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	металлургии железа и сплавов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- С применением электронного обучения на основе электронных учебных курсов, размещенных на LMS-платформах УрФУ
- 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
P1	Введение	Предмет и задачи курса, его связь со смежными дисциплинами. Значение физической химии для металлургии. Применение термодинамического и молекулярно-кинетического методов для анализа металлургических процессов.
P2	Процессы горения газов и твердого топлива.	Термодинамический и молекулярно-кинетический анализ реакций горения газов. Зависимость равновесного состава газовой фазы от температуры и давления. Цепной механизм процесса. Термодинамический и молекулярно-кинетический анализ реакций горения твердого углерода. Строение графита и его свойства. . Влияние температуры на скорость и режим горения угля. Температуры воспламенения и тушения угля. Механизм и кинетика взаимодействия графита с кислородом. Состав продуктов реакции в зависимости от температуры. Взаимодействие диоксида углерода с графитом. Влияние температуры и давления на скорость реакции.

P3	Диссоциация карбонатов, оксидов и сульфидов металлов	Термодинамический анализ процессов диссоциации твердых веществ. Упругость диссоциации соединений. Зависимость упругости диссоциации соединений от температуры, природы катиона, степени дисперсности и агрегатного состояния. Влияние взаимной растворимости конденсированных фаз на упругость диссоциации. Кинетика и механизм процессов диссоциации. Условия зарождения и роста кристаллов новой фазы. Изменение скорости процесса со временем. Автокаталитический характер процесса.
P4	Восстановление металлов из оксидов	Термодинамический анализ восстановления оксидов при помощи CO и H ₂ на примере оксидов железа. Влияние температуры на равновесие реакций. Графическое изображение условий равновесия. Сопоставление восстановительной способности монооксида углерода и водорода. Диффузионный, кинетический и смешанный режимы восстановления. Зависимость скорости восстановления от времени, температуры, давления, пористости. Адсорбционно-автокаталитическая теория восстановления. Особенности углетермического восстановления оксидов.
P5	Металлургические расплавы, их строение и свойства	Роль шлаков в металлургических процессах, их состав, структура и классификация. Термодинамические и кинетические свойства жидких шлаков. Экспериментальные основы ионной теории. Теории совершенных и регулярных ионных растворов. Полимерная природа жидких шлаков. Термодинамические и кинетические свойства жидких металлов. Растворимость водорода и азота в жидких металлах.
P6	Взаимодействие металлургических расплавов	Распределение кислорода, серы и фосфора между металлом и шлаком. Раскисление и его виды. Основы электрохимической кинетики взаимодействия металла со шлаком. Описания скоростей электродных реакций в кинетическом и диффузионном режимах. Использование коррозионных диаграмм при моделировании процесса взаимодействия.
P7	Основные физико-химические свойства жидкостей и газов	Определение жидкости. Плотность металлов, шлаков, расплавов, многофазных смесей. Вязкость жидкостей и газов. Ньютоновские и аномальные жидкости. Коэффициенты динамической и кинематической вязкости, влияние на их величину температуры и давления. Поверхностные явления в расплавах: явление смачивания; вспенивание и физические явления при вспенивании; коалесценция и коагуляция диспергированных частиц;

		<p>флотация дисперсной фазы; образование зародышей новой фазы (основы кристаллизации).</p> <p>Равновесие жидкости и газа: Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости. Уравнение поверхности уровня. Давление жидкости на плоскую поверхность. Давление жидкости на криволинейную поверхность. Распределение давления в покоящейся жидкости. Относительное движение жидкости в поле силы тяжести. Вертикальное перемещение при наличии ускорения. Горизонтальное перемещение без ускорения. Горизонтальное перемещение при наличии ускорения. Поверхность равного давления.</p>
<p>Р8</p>	<p>Физико-химическая гидродинамика</p>	<p>Основы кинематики и динамики жидкости и газов: Понятие кинематики жидкостей и газов. Методы Лагранжа и Эйлера. Уравнение неразрывности. Принцип сохранения массы жидкости для любой определенной системы. Уравнение баланса импульса. Принцип сохранения импульса. Уравнение Навье-Стокса. Уравнение Бернулли.</p> <p>Понятие ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости . Число Рейнольдса. Турбулентные касательные напряжения и турбулентная вязкость.</p> <p>Потери давления при движении жидкостей и газов: Основные уравнения для расчета потерь энергии при движении жидкости и газа. Потери энергии на трение.</p> <p>Внезапное расширение: Диффузоры. Внезапное сужение: Конфузоры. Потери давления на поворотах. Гидравлический расчет трубопроводов.</p> <p>Движение двухфазных потоков в трубопроводах: Течение двухфазных сред. Режимы течения двухфазных потоков. Основы расчета пневмотранспорта.</p> <p>Истечение жидкостей. Истечения жидкостей и газов из отверстий. Гидравлический расчет истечения жидкостей из отверстий. Истечение из малых отверстий. Истечение из емкости. Истечения жидкостей через насадки. Коэффициенты истечения и их зависимость от числа Рейнольдса. Истечение жидкости при переменном уровне. Гидравлический расчет открытых русел.</p> <p>Истечение несжимаемого газа: Понятие несжимаемого газа. Схемы истечения газа. Расчет потерь давления и расхода при истечении газов. Сопло Лаваля.</p> <p>Фильтрация жидкостей и газов: Понятие фильтрации. Идеальный материал. Закон фильтрации. Фильтрационная способность материала. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций.</p>

		<p>Лобовое сопротивление: Лобовое сопротивление при обтекании твердого тела. Уравнения для расчета равномерного осаждения (всплывания) твердой сферы в неограниченном объеме вязкой жидкости. Гидравлическая крупность, скорость витания. Осаждение (всплытие) капель жидкости и газовых пузырей.</p>
Р9	Механика сыпучих сред	<p>Основы механики сыпучих сред: Физико-механические свойства сыпучих материалов. Основные понятия и определения.</p> <p>Основные закономерности выпуска сыпучих материалов: Средняя скорость истечения сыпучего материала из отверстия. Факторы, определяющие величину расхода сыпучего материала: коэффициент плотности укладки, угол откоса воронки, фильтрация мелких частиц сыпучего материала во время выпуска. Эллипсоид выпуска. Эллипсоид разрыхления. Воронка выпуска. Коэффициент вторичного разрыхления. Эллипсоид равных скоростей. Скорость движения частиц без учета затухания ее в зоне разрыхления. Скорость движения частицы в потоке сыпучего материала. Характер распределения скоростей движения частиц. Неравномерность полей скоростей. Влияние удельного веса и размеров частиц сыпучего материала на скорость движения их к выпускному отверстию.</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
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	<p>Технология повышения коммуникативной компетентности</p> <p>Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности</p> <p>Технология самостоятельной работы</p>	ПК-15 - Способен на основе анализа технологических процессов производства легких цветных металлов и их сплавов разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию	Д-1 - Демонстрировать самостоятельность при работе со специальной литературой с целью поиска и анализа современных тенденций в области производства черных металлов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория металлургических систем и процессов

Электронные ресурсы (издания)

1. Добрынина, , Н. Ю., Климова, , А. В.; Электрохимия расплавов : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/106811.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Попель, С. И., Бороненков, В. М., Сотников, А. И.; Теория металлургических процессов : учеб. пособие для вузов.; Металлургия, Москва; 1986 (100 экз.)

2. Сотников, А. И., Ватолин, А. Н., Новиков, В. К.; Элементы физической химии металлургических процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. бакалавров и дипломир. специалистов 550500 и 651300 - Металлургия.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2004 (81 экз.)

3. , Швыдкий, В. С.; Механика жидкости и газа : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. бакалавров 550550 и дипломир. специалистов 651300 "Металлургия" и 110300 "Теплофизика, автоматизация и экология пром. печей".; Академкнига, Москва; 2003 (245 экз.)

4. Альтшуль, А. Д.; Гидравлика и аэродинамика : [учебник для вузов по специальности "Теплогасоснабжение и вентиляция"].; Стройиздат, Москва; 1987 (32 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3346 - электронный курс "Физико-химическая гидродинамика и механика сыпучих сред"

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

nbnmg.ru/search – Научная библиотека Московского Государственного Университета им. М. В.Ломоносова.

<http://e.lanbook.com/> - ЭБС "Лань", издательство "Лань"

<http://www.sciencedirect.com/> - Базы данных с полнотекстовыми публикациями в научных периодических изданиях Science Direct

<http://www.ebscohost.com/> - Базы данных с полнотекстовыми публикациями в научных периодических изданиях EBSCO

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория металлургических систем и процессов

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	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<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>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
5	Консультации	<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>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>