

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
1157625	Методология научной и инженерной деятельности

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Metallurgy	Код ОП 1. 22.03.02/33.02
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	Гилева Лариса Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	металлургии железа и сплавов
2	Лозовая Елизавета Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	металлургии железа и сплавов
3	Рогачев Владимир Васильевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	металлургии железа и сплавов

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Методология научной и инженерной деятельности**

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает две дисциплины «Теория металлургических систем и процессов», «Цифровые технологии в черной металлургии» и выполняет методологическую и методическую функции по отношению ко всем дисциплинам программы как эффективное средство осуществления научных исследований и практических разработок. Дисциплина «Теория металлургических систем и процессов» является теоретической основой и средством изучения технологий получения черных металлов. Обучение направлено на формирование компетенций связанных с анализом процессов черной металлургии для решения конкретных задач совершенствования технологических режимов. В тематических разделах дисциплины «Физикохимия металлургических систем и процессов» и «Физико-химическая гидродинамика и механика сыпучих сред» 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. Дисциплина «Цифровые технологии в черной металлургии» направлена на формирование цифровой грамотности и практических умений применять материальные, математические и информационные средства познания для выполнения научно-исследовательской работы в плане способности проведения эксперимента, анализа и представления результатов исследований. С позиций системного анализа изложены общие принципы построения и использования математических моделей, как инструмента решения практических задач ведения технологических процессов. Изучение дисциплин модуля завершается выполнением и защитой проекта по модулю, в котором студенты должны использовать полученные знания и продемонстрировать умение разрабатывать на основе имеющегося математического описания процессов черной металлургии компьютерные модели для проведения вычислительного эксперимента и систем поддержки принятия решений, оформлять отчет по научно-исследовательской работе в соответствии с установленными требованиями и презентацию доклада с использованием офисного пакета приложений.

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
2	Проект по модулю «Методология научной и инженерной деятельности»	1
3	Цифровые технологии в черной металлургии	4
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
Проект по модулю «Методология научной и инженерной деятельности»	ПК-4 - Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ в области металлургии черных металлов	<p>З-1 - Характеризовать научную аппаратуру и методы экспериментальных исследований в черной металлургии.</p> <p>З-2 - Характеризовать, используя методологию системных исследований, математические модели процессов черной металлургии.</p> <p>У-1 - Выявлять связи между параметрами и показателями процессов черной металлургии, используя цифровые технологии</p> <p>У-2 - Систематизировать научно-техническую информацию для составления аннотированной библиографии по теме исследования</p> <p>П-1 - Разрабатывать на основе имеющегося математического описания процессов черной металлургии компьютерные модели для проведения вычислительного эксперимента и систем поддержки принятия решений</p> <p>П-2 - Оформлять отчет по научно-исследовательской работе в соответствии с установленными требованиями и презентацию доклада с использованием офисного пакета приложений</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
Теория металлургически	ПК-6 - 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 черной металлургии разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию</p>	<p>физической химии применительно к технологическим агрегатам черной металлургии</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 термохимические расчеты, расчеты 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>
<p>Цифровые технологии в черной металлургии</p>	<p>ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p>	<p>З-3 - Привести примеры использования цифровых технологий для настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Оптимизировать с помощью цифровых технологий настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p>
	<p>ПК-4 - Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ в области металлургии черных металлов</p>	<p>З-1 - Характеризовать научную аппаратуру и методы экспериментальных исследований в черной металлургии.</p> <p>З-2 - Характеризовать, используя методологию системных исследований, математические модели процессов черной металлургии.</p> <p>У-1 - Выявлять связи между параметрами и показателями процессов черной металлургии, используя цифровые технологии</p> <p>У-2 - Систематизировать научно-техническую информацию для составления аннотированной библиографии по теме исследования</p>

		<p>П-1 - Разрабатывать на основе имеющегося математического описания процессов черной металлургии компьютерные модели для проведения вычислительного эксперимента и систем поддержки принятия решений</p> <p>П-2 - Оформлять отчет по научно-исследовательской работе в соответствии с установленными требованиями и презентацию доклада с использованием офисного пакета приложений</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и 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:

- Лозовая Елизавета Юрьевна, Доцент, металлургии железа и сплавов
- Рогачев Владимир Васильевич, Доцент, металлургии железа и сплавов

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

		<p>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.</p>
P4	Восстановление металлов из оксидов	<p>Термодинамический анализ восстановления оксидов при помощи CO и H₂ 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.</p> <p>Особенности углетермического восстановления оксидов.</p>
P5	Металлургические расплавы, их строение и свойства	<p>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.</p> <p>Термодинамические и кинетические свойства жидких металлов. Растворимость водорода и азота в жидких металлах.</p>
P6	Взаимодействие металлургических расплавов	<p>Распределение кислорода, серы и фосфора между металлом и шлаком. Раскисление и его виды.</p> <p>Основы электрохимической кинетики взаимодействия металла со шлаком. Описания скоростей электродных реакций в кинетическом и диффузионном режимах. Использование коррозионных диаграмм при моделировании процесса взаимодействия.</p>
P7	Основные физико-химические свойства жидкостей и газов	<p>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.</p> <p>Поверхностные явления в расплавах: явление смачивания; вспенивание и физические явления при вспенивании; коалесценция и коагуляция диспергированных частиц; 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</p>

		<p>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>
Р8	Физико-химическая гидродинамика	<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 (всплывание) 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</p>

		материала: коэффициент плотности укладки, угол откоса воронки, фильтрация мелких частиц сыпучего материала во время выпуска. Эллипсоид вы-пуска. 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.
--	--	--

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	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-6 - Способен на основе анализа технологических процессов черной металлургии 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.; Физическая химия. Электрохимия расплавов : учебное пособие для спо.; Профобразование, Уральский федеральный университет, Саратов, Екатеринбург; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/92377.html> (Электронное издание)

Печатные издания

- 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.)
- Попель, С. И., Бороненков, В. М., Сотников, А. И.; Теория металлургических процессов : учеб.

пособие для вузов.; Металлургия, Москва; 1986 (100 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 "Теплогазоснабжение 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

nbmgu.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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	
2	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 Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM 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 Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
--	--	--	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Цифровые технологии в черной
металлургии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гилева Лариса Юрьевна	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:

- Гилева Лариса Юрьевна, Доцент, металлургии железа и сплавов

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	Основные понятия теории систем	Общая теория систем как научное направление. Предмет, цели, задачи, методы, средства системных исследований. Понятие системы. Понятие модели в теории систем. Свойства, классификация систем Характеристика металлургического предприятия как сложной системы. Управление системами Принципы системного анализа.
P2	Основы методологии системных исследований	Основные этапы разработки систем. Определение целей разработки системы, границ системы, входных и выходных параметров, моделирование системы, определение управления, коррекция. Понятие модели в теории систем. Понятие математической модели. Основные подходы к математическому моделированию систем. Этапы моделирования систем (декомпозиция, выбор структуры элементов, композиция, идентификация).

		<p>Применение «сквозных» цифровых технологий для создания структуры технических и технологических систем черной металлургии (Draw.io, Miro).</p>
P3	<p>Построение математических моделей по экспериментальным данным</p>	<p>Общий подход к построению моделей по экспериментальным данным. Задача корреляционного анализа. Задача регрессионного анализа. Линейная парная регрессия. Нелинейная парная регрессия. Множественная линейная регрессия. Статистическая оценка результатов моделирования.</p> <p>Анализ программного обеспечения (Ms Excel, Statistica), применяемого для решения задач статистической обработки данных. Понятие и применение технологии, инструменты анализа Big Data в черной металлургии (.NeuralExcel)</p>
P4	<p>Построение моделей в рамках аналитического подхода</p>	<p>Блочный принцип построения математических моделей. Балансовые, кинетические модели. Моделирование статики систем. Моделирование динамики систем.</p> <p>Применение цифровых технологий для создания структуры математических моделей, разработки алгоритмов и интерфейса компьютерных методик для проведения вычислительного эксперимента и систем поддержки принятия решений (Draw.io, Miro, Excel, VBA, HCS Chemisty).</p>
P5	<p>Постановка задачи оптимизации технических систем</p>	<p>Условия возникновения задач оптимизации. Постановка задач оптимизации. Задачи условной и безусловной оптимизации. Метод линейного программирования. Особенности постановки задач оптимизации для технологических процессов черной металлургии. Программное обеспечение для решения задач оптимизации (Excel – модуль Поиск решений)</p>
P6	<p>Численные методы в задачах моделирования</p>	<p>Численное решение трансцендентных уравнений, численное дифференцирование, интегрирование функций, поиск экстремума функции одной, двух переменных.</p> <p>Цифровые инструменты для создания алгоритмов и вычислительных программ (Draw.io, Miro, VBA для Excel)</p>
P7	<p>Организация и планирование научно-исследовательской работы</p>	<p>Методология научного познания. Цели и задачи научных исследований. Методы и средства научного познания. Организация и основные виды научных исследований в черной металлургии. Источники научной информации. Методы поиска научной информации. Составление обзоров и рефератов. Научная коммуникация. Понятие о планировании эксперимента.</p> <p>Основы теории измерений: измерения при проведении исследований, ошибки и погрешности измерения.</p> <p>Первичная обработка экспериментальных данных.</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	Технология повышения коммуникативной компетентности Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-4 - Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ в области металлургии черных металлов	Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровые технологии в черной металлургии

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Нейроинформатика: курс : учебное пособие.; Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Москва; 2007; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234530> (Электронное издание)
2. Диков, А. В., Сугробов, Г. В.; Математическое моделирование и численные методы : учебное пособие.; Пензенский государственный педагогический университет (ПГПУ), Пенза; 2000; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=96973> (Электронное издание)
3. Порсев, , Е. Г.; Организация и планирование экспериментов : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2010; <http://www.iprbookshop.ru/45415.html> (Электронное издание)
4. Бекряев, , В. И.; Практикум по основам теории эксперимента; Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург; 2003; <http://www.iprbookshop.ru/12520.html> (Электронное издание)
5. Клименко, , И. С.; Методология системного исследования : учебное пособие.; Вузовское образование, Саратов; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/89238.html> (Электронное издание)
6. Тупик, , Н. В.; Компьютерное моделирование : учебное пособие.; Вузовское образование, Саратов; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/79639.html> (Электронное издание)

7. Дязитдинова, А. Р.; Общая теория систем и системный анализ; Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/75394.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Леушин, И. О.; Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 150400 "Металлургия".; ФОРУМ, Москва; 2013 (5 экз.)
2. , Спирин, Н. А.; Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров 550500 - Металлургия и по направлению подгот. дипломир. специалистов 651300 - Металлургия.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003 (17 экз.)
3. , Спирин, Н. А., Лавров, В. В., Паршаков, С. И., Денисенко, С. Г.; Оптимизация и идентификация технологических процессов в металлургии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Металлургия".; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (2 экз.)
4. ; Введение в системный анализ теплофизических процессов металлургии : Учеб. пособие для вузов.; Изд-во УГТУ, Екатеринбург; 1999 (3 экз.)
5. Цымбал, В. П.; Математическое моделирование металлургических процессов : учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация металлург. пр-ва".; Металлургия, Москва; 1986 (49 экз.)
6. Салыга, В. И., Карабутов, Н. Н.; Идентификация и управление процессами в черной металлургии : Учеб. пособие для вузов по специальности "Металлургия чер. металлов".; Металлургия, Москва; 1986 (16 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=5549> - электронный курс "Компьютерное моделирование металлургических процессов"

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

nbmgu.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

Цифровые технологии в черной металлургии

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 Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES STATISTICA версия 6.1 (на русском языке) Statistica Ultimate Academic for Windows 13 Russian/13 English
2	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 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES STATISTICA версия 6.1 (на русском языке) Statistica Ultimate Academic for Windows 13 Russian/13 English
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	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 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES STATISTICA версия 6.1 (на русском языке) Statistica Ultimate Academic for Windows 13 Russian/13 English

4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</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> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>STATISTICA версия 6.1 (на русском языке)</p> <p>Statistica Ultimate Academic for Windows 13 Russian/13 English</p>
5	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> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>STATISTICA версия 6.1 (на русском языке)</p> <p>Statistica Ultimate Academic for Windows 13 Russian/13 English</p>