

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
1149985	Основы профессиональных исследований

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	Гольцев Владимир Арисович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	теплофизики и информатики в металлургии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Основы профессиональных исследований

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Основы профессиональных исследований» включает дисциплины «Теоретические основы эксперимента» и «Моделирование процессов и объектов в металлургии». Дисциплина «Моделирование процессов и объектов в металлургии» предусматривает изучение основ методологии современных методов системного анализа, теории и методов математического моделирования технологических процессов в металлургии. В рамках дисциплины «Теоретические основы эксперимента» студенты познакомятся с основными понятиями теории инженерного эксперимента, методами обработки и анализа экспериментальных данных.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Теоретические основы эксперимента	4
2	Моделирование процессов и объектов в металлургии	4
ИТОГО по модулю:		8

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
Моделирование процессов и объектов в металлургии	ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по	З-3 - Привести примеры использования цифровых технологий для настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности

	имеющейся технической документации	У-3 - Оптимизировать с помощью цифровых технологий настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации
	ПК-18 - Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ при осуществлении пирометаллургических процессов в процессе получения и обработки черных и цветных металлов.	<p>З-2 - Характеризовать этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ при осуществлении пирометаллургических процессов и методы научного анализа и обработки экспериментальных данных.</p> <p>З-3 - Характеризовать принципы и методы математического моделирования и описания физических и химических явлений технологических процессов.</p> <p>У-3 - Определять последовательность этапов построения и методы анализа математических моделей тепломассопереноса при исследовании пирометаллургических процессов.</p> <p>П-2 - Осуществлять постановку задач по математическому моделированию технологических процессов получения и обработки черных и цветных металлов, строить и анализировать математические модели тепломассопереноса в процессе выполнения исследовательских и экспериментальных работ.</p>
Теоретические основы эксперимента	ПК-18 - Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ при осуществлении пирометаллургических процессов в процессе получения и обработки черных и цветных металлов.	<p>З-1 - Описывать принципы и закономерности пирометаллургических процессов и их связь с технологическими процессами, агрегатами и оборудованием переработки (обогащения) минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов.</p> <p>З-2 - Характеризовать этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ при осуществлении пирометаллургических процессов и методы научного анализа и обработки экспериментальных данных.</p> <p>У-1 - Анализировать результаты исследований пирометаллургических процессов, используя методы научного</p>

		<p>анализа и обработки экспериментальных данных.</p> <p>У-2 - Соотнести и установить связь основных закономерностей пирометаллургических процессов с химическими и физико-химическими процессами тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию переработки (обогащения) минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов.</p> <p>П-1 - Оформлять отчеты по анализу экспериментальных данных при выполнении научно-исследовательских либо экспериментальных работ в пирометаллургических процессах получения и обработки черных и цветных металлов.</p>
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теоретические основы эксперимента

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Спирин Николай Александрович	доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	теплофизики и информатики в металлургии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Спирин Николай Александрович, Заведующий кафедрой, теплофизики и информатики в металлургии**

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. Эксперимент как предмет исследования	Анализ понятия “эксперимент”. Инженерный эксперимент как метод исследования. Классификация видов экспериментальных исследований. Качественный и количественный эксперимент. Лабораторный и промышленный эксперимент. Особенности их организации и проведения. Активный и пассивный эксперимент. Области их применения и использования. Основные этапы проведения экспериментов
2	Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики	Случайное событие. Случайная величина. Дискретная случайная величина. Непрерывная случайная величина. Вероятность события. Распределение случайной величины. Функция распределения. Плотность распределения. Параметры распределения. Математическое ожидание. Мода. Медиана. Дисперсия случайной величины. Среднее квадратичное отклонение. Квантиль. Центральная предельная теорема математической статистики. Свойства нормального закона распределения, его параметры. Центрированная, нормированная, приведенная случайная величина. Стандартная функция распределения. Функция Лапласа. Определение вероятности отклонения случайной величины от математического ожидания. Правило «трех сигм»
3	Предварительная обработка экспериментальных данных	Наблюдаемая единица. Результат наблюдения. Генеральная совокупность. Выборка. Объем выборки. Оценивание. Оценка. Состоятельная оценка. Несмещенная оценка. Эффективная оценка. Понятие точечного оценивания. Точечное оценки

		<p>основных параметров нормального закона распределения. Выборочное среднее арифметическое значение. Выборочная дисперсия. Выборочное среднее квадратичное отклонение. выборочный коэффициент вариации. Доверительный интервал. Доверительная вероятность. Оценивание с помощью доверительного интервала. Построение доверительного интервала для математического ожидания при большом числе измерений. Построение доверительного интервала для математического ожидания при малом числе измерений. Распределение Стьюдента. Определение необходимого количества опытов при построении интервальной оценки для математического ожидания. Построение доверительного интервала для дисперсии. Распределение Пирсона. Определение необходимого количества опытов при построении интервальной оценки для математического ожидания. Статистическая гипотеза. Нулевая гипотеза. Альтернативные гипотезы. Статистический критерий. Критерий согласия. Ошибки первого и второго рода. Уровень значимости α. Критическая область. Методология проверки правильности статистических гипотез и использование их для решения инженерных задач. Использование статистических гипотез для отсева грубых погрешностей. Критерий Н.В. Смирнова. Критерий Диксона. Использование статистических гипотез для сравнения двух дисперсий. Распределение Фишера. Использование статистических гипотез для проверки однородности нескольких дисперсий. Сравнения неизвестного математического ожидания, для которого получена его оценка с конкретным его числовым значением. Сравнение двух неизвестных математических ожиданий для случая, когда исследуемые выборки независимы между собой. Сравнения двух неизвестных математических ожиданий для случая, когда исследуемые выборки зависимы между собой. Построение распределения по экспериментальным данным. Использование статистических гипотез для проверки гипотез о виде функции распределения. Критерии согласия Пирсона, Колмогорова–Смирнова. Преобразование распределений к нормальному.</p>
4	<p>Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости</p>	<p>Характеристика видов связей между рядами наблюдений. Функциональные связи. Стохастические связи. Форма связи. Теснота связи. Задачи корреляционного анализа. Задачи регрессионного анализа. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Интерполирование. Метод наименьших квадратов. Выборочное корреляционное отношение, его свойства и физический смысл. Линейная регрессия от одного фактора. Выборочный коэффициент парной корреляции, его физический смысл, свойства область применимости. Определения значимости и доверительного интервала коэффициента парной корреляции. Используемые допущения. Проверка адекватности модели с использованием статистических гипотез. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии. Постановка задачи. Линейная множественная регрессия. Оценки тесноты связи. Частные коэффициенты корреляции. Коэффициент множественной корреляции. Значимость коэффициента множественной</p>

		корреляции. Нелинейная регрессия. Метод выравнивая нелинейных зависимостей.
5	Методы планирования экспериментов. Логические основы	Основные определения и понятия. Общая последовательность проведения активного эксперимента. Пример хорошего и плохого эксперимента. Планы первого порядка. Планы второго порядка. Планы первого порядка. Постановка задачи. Выбор основных факторов и их уровней. Планирование эксперимента. полный факторный эксперимент (ПФЭ). Насыщенный план. Свойства симметричности, нормирования и ортогональности. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Ротатабельный план. Статистический анализ результатов эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Постановка задачи. Понятие дробного факторного эксперимента (ДФЭ), методика его составления. Генерирующие соотношения. Определяющий контраст. Планы второго порядка. Композиционный план второго порядка. Композиционный план второго порядка. Методика его составления Статистический анализ результатов. Ротатабельные планы второго порядка. Методика составления ротатабельного плана второго порядка.

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	ПК-18 - Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ при осуществлении пирометаллургических процессов в процессе получения и обработки черных и цветных металлов.	З-1 - Описывать принципы и закономерности пирометаллургических процессов и их связь с технологическими процессами, агрегатами и оборудованием переработки (обогащения) минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов. З-2 - Характеризовать этапы научно-исследовательских и

			<p>экспериментальных работ при осуществлении пирометаллургических процессов и методы научного анализа и обработки экспериментальных данных.</p> <p>У-1 - Анализировать результаты исследований пирометаллургических процессов, используя методы научного анализа и обработки экспериментальных данных.</p> <p>У-2 - Соотнести и установить связь основных закономерностей пирометаллургических процессов с химическими и физико-химическими процессами тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию переработки (обогащения) минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов.</p> <p>П-1 - Оформлять отчеты по анализу экспериментальных</p>
--	--	--	---

				ых данных при выполнении научно-исследовательских либо экспериментальных работ в пирометаллургических процессах получения и обработки черных и цветных металлов.
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы эксперимента

Электронные ресурсы (издания)

1. Кулагина, Т. А.; Планирование и техника эксперимента : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497277> (Электронное издание)
2. Боярский, М. В.; Планирование и организация эксперимента : учебное пособие.; Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437056> (Электронное издание)
3. Назина, Л. И.; Планирование и организация эксперимента: лабораторный практикум : практикум.; Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601551> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Спирын, Н. А., Лавров, В. В., Шаврин, В. С.; Оптимизация, идентификация и оценивание теплотехнических процессов в металлургии : Учеб. пособие.; УГТУ, Екатеринбург; 1996 (5 экз.)
2. , Спирын, Н. А.; Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по программам бакалавриата 22.03.02 и магистратуры 22.04.02 направления "Металлургия".; УИНЦ, Екатеринбург; 2015 (6 экз.)
3. Гмурман, В. Е.; Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов вузов.; Высшее образование, Москва; 2007 (1 экз.)
4. Бородин, А. Н.; Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики : учеб. пособие для вузов.; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2008 (5 экз.)
5. Вуколов, Э. А.; Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL : учеб. пособие по специальности "Менеджмент организации".; ФОРУМ, Москва; 2011 (1 экз.)
6. Халафян, А. А.; STATISTICA 6. Статистический анализ данных : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Статистика" и др. экон. специальностям.; БИНОМ, Москва; 2008 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Спирин Н.А., Лавров В.В., Зайнуллин Л.А, Бондин А.Р., Бурькин А.А. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента. / Под общей редакцией ред. Н.А.Спирина. – Екатеринбург: ООО «УИНЦ». 2015. – 289 с. Электронный научный архив УрФУ: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/39965>; <https://hdl.handle.net/10995/39965>
2. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: Конспект лекций (отдельные главы из учебника для вузов) Авторы: Лавров В.В., Спирин Н.А. Статус: ЭОР УрФУ. Создан: 14.03.2005. <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/52>

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

Теоретические основы эксперимента

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 Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные 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 EDUA3 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 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Практические занятия	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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Моделирование процессов и объектов в
металлургии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Спирин Николай Александрович	доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	теплофизики и информатики в металлургии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Спирин Николай Александрович, Заведующий кафедрой, теплофизики и информатики в металлургии

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	Цели и задачи дисциплины. Структура и объем дисциплины. Формы контрольных мероприятий. Рекомендуемая литература.
2	Системный подход при моделировании систем	Основные понятия теории систем. Свойства систем Классификация систем по различным признакам Управление системами. Аксиомы управления. Основные этапы разработки систем. Определение границ системы, входных и выходных параметров.
3	Методология системных исследований при моделировании процессов и объектов	Понятие математической модели и общие принципы ее построения. Понятие математической модели и общие принципы ее построения. Этапы математического моделирования систем. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Декомпозиция модели. Структура модели систем. Операторы переходов, выходов, параметры состояния, входов, выходов. Общесистемная модель. Понятие системных моделей. Виды системных моделей. Стационарные и нестационарные модели. Динамические и статические модели. Линейные и нелинейные модели. Линеаризация математических моделей систем. Линеаризация статических моделей систем. Линеаризация динамических моделей систем. Реакция линейной динамической модели на произвольные воздействия. Непрерывные и дискретные модели. Распределенность и сосредоточенность параметров

4	Математическое описание теплофизических процессов в металлургии	Общий вид законов сохранения. Характеристическая макроскопическая скорость и диффузионный поток. Баланс массы. Закон сохранения количества движения. Баланс энергии. Баланс энтропии. Обобщенное уравнение тепло-массопереноса в металлургических агрегатах. Примеры моделирования систем в металлургии на примере шахтных, доменных и нагревательных печей в металлургии.
5	Оптимизация теплотехнических процессов в металлургии	Математическое программирование как метод оптимизации теплотехнических процессов. Постановка задачи математического программирования. Классификация задач математического программирования. Проблемы решения задач. Оптимизация процессов методом линейного программирования. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования. Примеры использования линейного программирования для решения инженерных задач в металлургической теплотехнике. Целочисленное математическое программирование. Постановка и проблемы решения задач. Обзор алгоритмов (метод ветвей и границ, метод Гомори). Примеры использования целочисленного программирования для решения инженерных задач в металлургии. Метод множителей Лагранжа. Ограничения в виде равенств. Примеры использования метод множителей Лагранжа для решения инженерных задач в металлургической теплотехнике. Решение задачи оптимального распределения потоков сырья, топлива между параллельно работающими агрегатами.

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 образования в сотрудничестве	ПК-18 - Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ при осуществлении пирометаллургических процессов в процессе получения и обработки черных и цветных металлов.	3-2 - Характеризовать этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ при осуществлении пирометаллургических процессов и методы научного анализа и обработки экспериментальных данных. 3-3 - Характеризовать

				<p>принципы и методы математического моделирования и описания физических и химических явлений технологических процессов.</p> <p>У-3 - Определять последовательность этапов построения и методы анализа математических моделей теплопереноса при исследовании пирометаллургических процессов.</p> <p>П-2 - Осуществлять постановку задач по математическому моделированию технологических процессов получения и обработки черных и цветных металлов, строить и анализировать математические модели теплопереноса в процессе выполнения исследовательских и экспериментальных работ.</p>
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование процессов и объектов в металлургии

Электронные ресурсы (издания)

1. , Трусов, П. В.; Введение в математическое моделирование : учебное пособие.; Логос, Москва; 2004; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84691> (Электронное издание)
2. Серегин, М. Ю.; Интеллектуальные информационные системы : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277790> (Электронное издание)
3. Кухаренко, Б. Г.; Интеллектуальные системы и технологии : учебное пособие.; Альтаир|МГАВТ, Москва; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429758> (Электронное издание)
4. Волкова, В. Н.; Системный анализ семьи как формы организации; Издательство Политехнического университета, Санкт-Петербург; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363075> (Электронное издание)
5. Трофимов, В. Б.; Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами: учебно-практическое пособие : учебное пособие.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466931> (Электронное издание)
6. , Колемаева, , В. А.; Математические методы и модели исследования операций : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 080116 «математические методы в экономике» и другим экономическим специальностям.; ЮНИТИ-ДАНА, Москва; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/83033.html> (Электронное издание)
7. , Трусов, П. В.; Введение в математическое моделирование : учебное пособие.; Логос, Москва; 2004; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84691> (Электронное издание)
8. Самарский, А. А.; Математическое моделирование: идеи, методы, примеры : монография.; Физматлит, Москва; 2005; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68976> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Спирин, Н. А.; Модельные системы поддержки принятия решений в АСУ ТП доменной плавки : [монография].; УрФУ, Екатеринбург; 2011 (2 экз.)
2. , Ярошенко, Ю. Г.; Теплофизические основы тепловой работы металлургических слоевых печей и агрегатов : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.02, 22.04.02 - Металлургия и 09.03.02, 09.04.02 - Информационные системы и технологии.; Агентство Маркетинговых Коммуникаций "День РА", Екатеринбург; 2019 (2 экз.)
3. Волкова, В. Н.; Теория информационных процессов и систем : учебник и практикум для академического бакалавриата по инженерно-техническим направлениям и специальностям.; Юрайт, Москва; 2014 (1 экз.)
4. Цымбал, В. П.; Математическое моделирование сложных систем в металлургии : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 150100 - Металлургия.; Российские университеты : Кузбассвузиздат : АСТШ, Кемерово ; Москва; 2006 (20 экз.)
5. , 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.)
6. , Дворецкий, С. И., Муромцев, Ю. Л., Погонин, В. А., Схиртладзе, А. Г.; Моделирование систем : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автоматизация технол. процессов и пр-в" направления подгот. "Автоматизир. технологии и пр-ва".; Академия, Москва; 2009 (21 экз.)

7. Самарский, А. А., Михайлов, А. П.; Математическое моделирование: Идеи. Методы, Примеры; Наука : Физматлит, Москва; 1997 (4 экз.)
8. , Спирин, Н. А.; Информационные системы в металлургии : Учебник для студентов вузов.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001 (20 экз.)
9. , Швыдкий, В. С., Ярошенко, Ю. Г.; Элементы теории систем и численные методы моделирования процессов тепломассопереноса : Учебник для вузов.; Интермет Инжиниринг, Москва; 1999 (1 экз.)
10. , Трусов, П. В.; Математическое моделирование систем и процессов : сб. науч. тр. N 12. ; [б. и.], Пермь; 2004 (1 экз.)
11. , Онорин, О. П., Спирин, Н. А., Терентьев, В. Л., Гилева, Л. Ю., Рыболовлев, В. Ю., Косаченко, И. Е., Лавров, В. В., Терентьев, А. В.; Компьютерные методы моделирования доменного процесса; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2005 (6 экз.)
12. Советов, Б. Я., Яковлев, С. А.; Моделирование систем : Учебник для студентов вузов.; Высшая школа, Москва; 2001 (107 экз.)
13. Парсункин, Б. Н., Б. Н., Андреев, С. М., Ахметов, У. Б.; Оптимизация управления технологическими процессами в металлургии : монография.; МГТУ, Магнитогорск; 2006 (1 экз.)
14. Вентцель, Е. С.; Исследование операций. Задачи, принципы, методология : Учеб. пособие для втузов.; Высшая школа, Москва; 2001 (4 экз.)
15. , Ашихмин, В. Н., Гитман, М. Б., Келлер, И. Э., Наймарк, О. Б., Столбов, В. Ю., Трусов, В. Ю.; Введение в математическое моделирование : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 511200 - "Математика. Прикладная математика".; Логос, Москва; 2004 (9 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Моделирование процессов и объектов в металлургии: электронный учебный курс / Спирин Н.А. // Система электронного обучения на платформе Moodle. URL: Присвоен статус «Реализуется с применением ЭО». Решение методического совета УрФУ от 12.02.2021. <https://urfu.ru/ru/about/ms/krom/>
2. Моделирование процессов и объектов в металлургии <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/14165>

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

Моделирование процессов и объектов в металлургии

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	<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>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	<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
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>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES