

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра автоматизации
производственных процессов в
металлургии (АППМ_ИЦММ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра автоматизации
производственных процессов в
металлургии (АППМ_ИЦММ)

наименование кафедры

Донцова Т.В.

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И
ОБЪЕКТОВ В МЕТАЛЛУРГИИ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.08.02 Моделирование процессов и объектов в
металлургии

Направление подготовки / 22.03.02 Metallургия
специальность

Направленность
(профиль)

Форма обучения очная

Год набора 2018

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

220000 «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 22.03.02 Metallургия

Программу
составили

Пискажова Т.В.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

формирование у студентов общего представления о моделировании, а также обучение студентов методологии математического моделирования, включающей как математическое описание, так и установление взаимосвязей внутри моделируемого объекта, и основам численных методов решения задач анализа, расчета и управления процессами, протекающими при производстве и обработке металлов и сплавов.

1.2 Задачи изучения дисциплины

направлены на ознакомление и выработку у студентов навыков построения и исследования математических моделей систем автоматического регулирования и управления.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| | |
|---|--|
| ОК-5:способностью к самоорганизации и самообразованию | |
| Уровень 1 | информационные источники о процессах моделирования |
| Уровень 1 | обрабатывать статистическую информацию, оценивать достоверность результатов (с использованием ЭВМ) |
| Уровень 1 | навыком использования компьютерных технологий и информационных ресурсов глобальных сетей на современном техническом уровне |
| ОПК-1:готовностью использовать фундаментальные общеинженерные знания | |
| Уровень 1 | методы дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов и методы обработки временных рядов |
| Уровень 2 | современные методы обработки результатов пассивного и активного экспериментов |
| Уровень 1 | строить математические модели на основе регрессионного анализа и анализа временных рядов для управления процессом |
| Уровень 1 | навыками работы с современными программными средствами для построения математических моделей |
| ПК-5:способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов | |
| Уровень 1 | современные методы моделирования технологических процессов |
| Уровень 2 | классификацию математических моделей и области их применения |
| Уровень 1 | выявлять объекты для улучшения в технике и технологии |
| Уровень 2 | корректировать технологические процессы на основе соответствующих моделей |
| Уровень 3 | планировать лабораторные и промышленные эксперименты |

| | |
|-----------|--|
| Уровень 1 | навыками выбора и применения методов моделирования |
|-----------|--|

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Изучение дисциплины базируется на компетенциях таких дисциплин как:

Материаловедение

Физика

Математика: Дифференциальные и интегральные уравнения

Химия металлов

Химия неорганических и органических соединений

Математика: Математический анализ

Химия

Информатика

Информационные технологии и автоматизация в металлургии

Основы автоматизации металлургических производств

Научно-исследовательская работа

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы | Всего, зачетных единиц (акад.час) | Семестр |
|--|--|-----------------|
| | | 5 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 4 (144) | 4 (144) |
| Контактная работа с преподавателем: | 1,5 (54) | 1,5 (54) |
| занятия лекционного типа | 0,78 (28) | 0,78 (28) |
| занятия семинарского типа | | |
| в том числе: семинары | | |
| практические занятия | | |
| практикумы | | |
| лабораторные работы | 0,72 (26) | 0,72 (26) |
| другие виды контактной работы | | |
| в том числе: групповые консультации | | |
| индивидуальные консультации | | |
| иная внеаудиторная контактная работа: | | |
| групповые занятия | | |
| индивидуальные занятия | | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 1,5 (54) | 1,5 (54) |
| изучение теоретического курса (ТО) | | |
| расчетно-графические задания, задачи (РГЗ) | | |
| реферат, эссе (Р) | | |
| курсовое проектирование (КП) | Нет | Нет |
| курсовая работа (КР) | Нет | Нет |
| Промежуточная аттестация (Экзамен) | 1 (36) | 1 (36) |

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

| № п/п | Модули, темы (разделы) дисциплины | Занятия лекционного типа (акад. час) | Занятия семинарского типа | | Самостоятельная работа, (акад. час) | Формируемые компетенции |
|-------|---|--------------------------------------|---|--|-------------------------------------|-------------------------|
| | | | Семинары и/или Практические занятия (акад. час) | Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час) | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Понятие математической модели и общие принципы и этапы ее построения | 4 | 0 | 0 | 4 | ОК-5 ОПК-1 |
| 2 | Вычислительный эксперимент и адекватность моделей | 4 | 0 | 10 | 14 | ОК-5 ОПК-1 ПК-5 |
| 3 | Применение численных методов для анализа и расчета процессов, протекающих при производстве и обработке металлов и сплавов | 6 | 0 | 2 | 8 | ОК-5 ОПК-1 ПК-5 |
| 4 | Примеры моделирования металлургических процессов | 4 | 0 | 2 | 4 | ОК-5 ОПК-1 ПК-5 |
| 5 | Постановка и пути решения оптимизационных задач | 10 | 0 | 12 | 24 | ОК-5 ОПК-1 ПК-5 |
| Всего | | 28 | 0 | 26 | 54 | |

3.2 Занятия лекционного типа

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий | Объем в акад. часах | | |
|-------|----------------------|---|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Всего | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
| 1 | 1 | Основные понятия (объект моделирования, гипотезы, аналогии, модель); классификация видов моделирования, цели и задачи моделирования; общие принципы и основные этапы построения математической модели; назначение входных, выходных и управляющих параметров объекта; особенности построения моделей металлургических процессов. | 4 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | Стохастические модели. Случайные процессы и общие принципы стохастического моделирования; элементы регрессионного анализа; моделирование механических и электрических свойств металлов и сплавов. Постановка задачи идентификации, физическая сущность идентификации, классификация методов идентификации, критерии идентификации | 2 | 2 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|
| 3 | 2 | <p>Организация вычислительного эксперимента. Понятие погрешности (источники возникновения, абсолютная и относительная погрешности, распространение погрешностей при вычислениях); достоверность результатов вычислительного эксперимента; оптимальный выбор численного метода.</p> | 2 | 0 | 0 |
| 4 | 3 | <p>Интерполяционные и статистические методы обработки исходных экспериментальных данных. Цели интерполирования и экстра-полирования, задача интерполяции, обзор основных методов интерполяции (интерполяционные многочлены, сплайновая интерполяция); методы первичной обработки статистических данных (статистическое распределение, полигон и гистограмма), основные числовые характеристики выборочной совокупности и их роль в моделировании случайных процессов</p> | 2 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|
| 5 | 3 | <p>Понятие о численных методах решения алгебраических и дифференциальных уравнений. Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений (метод половинного деления, итерационные методы); численные методы решения дифференциальных уравнений (понятие конечной и разделенной разности, методы Рунге-Кутты для обыкновенных дифференциальных уравнений, понятие разностной схемы). Использование математических и общеинженерных пакетов прикладных программ для моделирования металлургических процессов.</p> | 4 | 0 | 0 |
| 6 | 4 | <p>Моделирование технологических процессов. Процесс обжига молибденового концентрата: описание процесса; математическая модель. Процесс обжига катодов алюминиевого электролизера: описание процесса; математическая модель. Математическая модель процесса рудно-термической плавки</p> | 4 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|
| 7 | 5 | <p>Численные методы безусловной оптимизации. Постановка задачи и условия оптимальности; методы одномерной безусловной оптимизации (унимодальные функции; методы исключения интервалов, сравнительный анализ методов дихотомии, Фибоначчи и золотого сечения); методы многомерной безусловной оптимизации (общая схема методов спуска, на-правление убывания, методы прямого поиска, градиентные методы; сравнительный анализ методов)</p> | 4 | 2 | 0 |
| 8 | 5 | <p>Постановка и классификация задач условной оптимизации. Понятие об оптимизационной задаче, основные этапы ее реализации, применение задач оптимизации в инженерной практике; общая постановка задачи оптимизации, понятие локального и глобального решения, строгого и нестрогого оптимума; условия разрешимости, классификация задач оптимизации</p> | 2 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|-------|---|--|----|---|---|
| 9 | 5 | Линейное программирование. Постановка и свойства задач линейного программирования (постановка задач линейного программирования, основные свойства ЗЛП и ее геометрическая интерпретация, основная теорема линейного программирования); симплекс-метод (базис опорной точки допустимого множества, алгоритм симплекс-метода, нахождение начальной опорной точки); разработка моделей линейного программирования; транспортная задача. | 4 | 0 | 0 |
| Всего | | | 28 | 4 | 0 |

3.3 Занятия семинарского типа

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий | Объем в акад. часах | | |
|-------|----------------------|----------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Всего | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
| Всего | | | | | |

3.4 Лабораторные занятия

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий | Объем в акад. часах | | |
|-------|----------------------|---|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Всего | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
| 1 | 2 | Корреляционный анализ. Расчет множественного и частных коэффициентов корреляции | 2 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | Метод наименьших квадратов | 2 | 0 | 0 |
| 3 | 2 | Анализ качества уравнения множественной регрессии | 2 | 2 | 0 |

| | | | | | |
|-------|---|---|----|---|---|
| 4 | 2 | Полный и дробный факторный эксперимент | 4 | 1 | 0 |
| 5 | 3 | Вычисление вероятностей случайных событий и числовых характеристик случайных величин | 2 | 0 | 0 |
| 6 | 4 | Синтез математической модели динамической системы с сосредоточенными параметрами | 2 | 0 | 0 |
| 7 | 5 | Решение задач оптимизации методом классического анализа | 2 | 0 | 0 |
| 8 | 5 | Решение задачи безусловной оптимизации методами дихотомии, золотого сечения, Фибоначчи, квадратичной интерполяции | 2 | 0 | 0 |
| 9 | 5 | Применение методов линейного программирования для моделирования и решения производственных задач | 4 | 2 | 0 |
| 10 | 5 | Решение транспортной задачи | 4 | 2 | 0 |
| Итого | | | 26 | 7 | 0 |

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
|------|---------------------|--|--|
| Л1.1 | Коробейников А.Ф. | Математическое моделирование и методы оптимизации: метод, указания | Абакан: Ред.-изд. сектор ХТИ - филиала СФУ, 2012 |

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

| |
|--------------------------|
| 6.1. Основная литература |
|--------------------------|

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
|---------------------------------------|------------------------|---|---|
| Л1.1 | Самойлов Н. А. | Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов": учебное пособие | Санкт-Петербург: Лань, 2013 |
| Л1.2 | Пантелеев А. В. | Методы оптимизации в примерах и задачах | Москва: Лань", 2015 |
| Л1.3 | Голубева Н.В. | Математическое моделирование систем и процессов | Москва: Лань", 2016 |
| 6.2. Дополнительная литература | | | |
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л2.1 | Тарасик В. П. | Математическое моделирование технических систем: учебник | Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016 |
| 6.3. Методические разработки | | | |
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л3.1 | Коробейников А.Ф. | Математическое моделирование и методы оптимизации: метод. указания | Абакан: Ред.-изд. сектор ХТИ - филиала СФУ, 2012 |
| Л3.2 | Даныкина Г.Б | Методы оптимизации: [учеб.-метод. материалы к изучению дисциплины для ...15.03.04.01 Автоматизация технологических процессов и производств (в металлургии),] | Красноярск: СФУ, 2017 |

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

| | | |
|----|--|---|
| Э1 | Моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс / Сиб. федер. ун-т, Ин-т цвет. металлов и материаловедения ; сост.: Т. В. Пискажова, Г. Б. Даныкина, Т. В. Донцова. - Электрон. текстовые данные (самораспаковывающийся архив; 6,3 Мб). - Красноярск : СФУ, 2014. - с. - (Электронная библиотека СФУ. Учебно-методические комплексы дисциплин в авторской редакции) | http://urlid.ru/bawl |
| Э2 | Моделирование процессов и объектов в металлургии [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины / Б. М. Горенский [и др.] ; | http://urlid.ru/bawm |

| | | |
|--|--|--|
| | Сиб. федерал. ун-т. - Версия 1.0. - Электрон. дан. (12 Мб). - Красноярск : ИПК СФУ, 2008. - on-line. - (Моделирование процессов и объектов в металлургии : УМКД № 214-2007 / рук. творч. коллектива А. Ш. Любанова) (Электронная библиотека СФУ. Учебно- методические комплексы). | |
|--|--|--|

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Дисциплина включает 54 часа аудиторных занятий, из них 28 часов – лекционный курс, 26 часов – лабораторные занятия.

При выполнении лабораторных работ обучающиеся пользуются методическими указаниями к лабораторным работам и материалом лекций, основной и дополнительной литературой.

Предусмотрена самостоятельная работа студентов – 54 часа:

- для изучения теоретического материала, используя конспект лекций и литературу, при подготовке к защите лабораторных работ – 18 часов;

- для подготовки отчетов по лабораторным работам и защите выполненных работ – 36 часов (используются конспект лекций, методические указания к лабораторным работам, рекомендуемая литература).

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена по экзаменационным вопросам.

Защиту лабораторных работ и промежуточный контроль знаний осуществляют преподаватели, выполняющие эту нагрузку в соответствии с графиком учебного процесса.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

| | |
|-------|--|
| 9.1.1 | Система компьютерной математики MATHCAD - для проведения экспериментальных расчетов и оформления лабораторных работ. |
| 9.1.2 | Для моделирования физических и технологических процессов используются приложения математической системы MATLAB. |
| 9.1.3 | Для проведения экспериментальных расчетов: |
| 9.1.4 | - прикладной пакет SPSS STATISTICA; |
| 9.1.5 | - табличный процессор Microsoft Excel. |
| 9.1.6 | Для оформления лабораторных работ – текстовый редактор Microsoft Word. |

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

| | |
|-------|--|
| 9.2.1 | Электронно-библиотечная система СФУ обеспечивает для обучающихся доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам. |
| 9.2.2 | Каждый обучающийся обеспечивается: |
| 9.2.3 | - учебно-методической документацией и материалами по учебному курсу (содержание учебной дисциплины представлено в сети Интернет и локальной сети Университета); |
| 9.2.4 | - доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основной и дополнительной литературе и сформированной по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литератур (доступ обеспечен из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет); |
| 9.2.5 | - доступом к библиотечному фонду (сайт Научной библиотеки СФУ – http://bik.sfu-kras.ru); |
| 9.2.6 | - доступом к современным профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам (условие доступа – авторизация по IP-адресам СФУ), в том числе: |
| 9.2.7 | а) к научной электронной библиотеке Elibrary (elibrary.ru); |
| 9.2.8 | б) к электронной библиотеке диссертаций РГБ (условия доступа – по логину/паролю с компьютеров НГБ СФУ; постраничный просмотр, печать и постраничное сохранение диссертации в графическом формате). |

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

СФУ располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение теоретической подготовки и практической работы обучающихся, предусмотренных дисциплиной «Программирование и алгоритмизация» и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Материально-техническое обеспечение предусматривает наличие компьютерных классов с необходимым дополнительным оборудованием (оборудование для организации сети, периферийные устройства), учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, которые оснащены проектором, интерактивной доской и ПЭВМ.