

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 2020

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

<b>ОК-5:способностью к самоорганизации и самообразованию</b>	
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
<b>ОПК-1:готовностью использовать фундаментальные общеинженерные знания</b>	
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
<b>ПК-5:способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов</b>	
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
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4 (144)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1,5 (54)</b>
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		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1,5 (54)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 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
<b>6.2. Дополнительная литература</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Тарасик В. П.	Математическое моделирование технических систем: учебник	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	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)	<a href="http://urlid.ru/bawl">http://urlid.ru/bawl</a>
Э2	Моделирование процессов и объектов в металлургии [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины / Б. М. Горенский [и др.] ;	<a href="http://urlid.ru/bawm">http://urlid.ru/bawm</a>

	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 – <a href="http://bik.sfu-kras.ru">http://bik.sfu-kras.ru</a> );
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.