

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

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов  
(КМФХМЦ ТФ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов

наименование кафедры

Шиманский А.Ф.

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ И  
ОПТИМИЗАЦИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ**

Дисциплина Б1.В.12 Моделирование и оптимизация технологических  
процессов

Направление подготовки /  
специальность \_\_\_\_\_

Направленность  
(профиль) \_\_\_\_\_

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

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

220000 «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

---

Программу  
составили

Канд. техн. наук, Доцент, Кравцова Е.Д.

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью освоения дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов» является освоение теоретических основ и методик построения моделей сложных систем, методик системного, имитационного и аналитического моделирования при проведении физико-химических исследований.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

– формирование грамотного подхода к решению вопросов организации производства, управления, метрологического обеспечения, информационного обслуживания; сопоставления необходимой технической документации; организации работ по управлению качеством продукции

– ознакомить слушателей с общими принципами, методами и процедурами математического и компьютерного моделирования и оптимизации;

– способствовать формированию умений систематизировать и обобщать информацию, использовать информационные технологии для решения задач материаловедения и технологии материалов; создавать математическую модель технологического процесса, адекватно описывающую процессы, происходящих в установках для получения материалов с заданными свойствами;

– создание математической модели технологического процесса, адекватно описывающей процессы, происходящие в установках для получения материалов с заданными свойствами.

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

<b>ПК-4:Способен использовать знания о методах исследования, анализа и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессов, протекающих в материалах, на практике при их получении, обработке и модификации</b>	
<b>ПК-4.1:Знает методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов)</b>	
Уровень 1	Знать требования, предъявляемые к регрессионным моделям, способы проверки адекватности моделей
Уровень 1	Уметь применять методы математического моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов
Уровень 1	Владеть специализированными прикладными программными средствами для моделирования технологических процессов

<b>ПК-4.2: Осуществляет выбор методов проведения испытаний, обработку и анализ результатов исследования, анализа и диагностики материалов и изделий</b>	
Уровень 1	Знать предназначение корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализ данных
Уровень 1	Уметь рассчитывать регрессионные модели, проверять их адекватность и принимать обоснованные решения о выборе модели
Уровень 1	Владеть навыками статистического анализа экспериментальных данных
<b>ПК-4.3: Моделирует поведение материалов, оценивает и прогнозирует их эксплуатационные характеристики</b>	
Уровень 1	Знать правила составления полных, дробных факторных экспериментов; методы поиска оптимума функции; правила составления планов при исследовании многокомпонентных систем
Уровень 1	Уметь производить содержательную физико-химическую интерпретацию уравнений регрессии
Уровень 1	Владеть методами построения моделей материалов и процессов; инструментальными средствами компьютерного моделирования

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование и оптимизация технологических процессов» является заключительным курсом в цикле подготовке бакалавров в области информационных технологий.

Предшествующими знаниями бакалавров снабжают курсы высшей математики, информатики, курс английского языка.

Знания, умения и навыки полученные при изучении данного курса используются при выполнении курсовых, научно-исследовательских работ и написании квалификационной работы.

#### 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

Дисциплина «Моделирование и оптимизация технологических процессов» реализуется на русском и сопровождается электронным обучающим курсом, разработанным в системе Moodle, с идентичным названием – Моделирование и оптимизация технологических процессов <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=7785>

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр	
		3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4 (144)</b>	<b>2 (72)</b>	<b>2 (72)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>
занятия лекционного типа			
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия	2 (72)	1 (36)	1 (36)
практикумы			
лабораторные работы			
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>2 (72)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</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	Пассивный эксперимент, статистическая обработка экспериментальных данных.	0	12	0	12	ПК-4.1 ПК-4.2
2	Полный и дробный факторные эксперименты.	0	12	0	12	ПК-4.1 ПК-4.2
3	Методы планирования экстремальных экспериментов и изучения фазовых диаграмм.	0	12	0	12	ПК-4.1 ПК-4.2
4	Основы математического моделирования.	0	12	0	12	ПК-4.3
5	Моделирование физико-химических процессов.	0	12	0	12	ПК-4.3
6	Моделирование свойств материалов и покрытий.	0	12	0	12	ПК-4.3
Всего		0	72	0	72	

#### 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
Всего					

### 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
1	1	Эксперименты, факторы, математические модели	4	0	4
2	1	Оценивание погрешностей	4	0	4
3	1	Дисперсионный и корреляционный анализ данных	4	0	4
4	2	Полный факторный эксперимент, построение интерполяционных формул	4	0	4
5	2	Обработка результатов факторного эксперимента	4	0	4
6	2	Дробные факторные планы	4	0	4
7	3	Простые способы построения обобщенного параметра оптимизации	4	0	4
8	3	Поиск оптимальных условий	4	0	4
9	3	Планирование экспериментов на симплексе	4	0	4
10	4	Понятие объекта и его модели. Роль моделирования в процессах практической деятельности человека	4	0	4
11	4	Методы решения математических задач	4	0	4
12	4	Задачи оптимизации параметров и структуры систем. Статистическое имитационное моделирование	4	0	4

13	5	Моделирование процессов диффузии	4	0	4
14	5	Скорости, концентрации и период полупревращения для реакций различного порядка	4	0	4
15	5	Моделирование окислительно-восстановительного, кислотного-основного и комплексонометрического титрования	4	0	4
16	6	Аналитическое и численное решение задач химической кинетики	4	0	4
17	6	Моделирование работы реакторов	4	0	4
18	6	Расчет показателей физических, химических, механических, свойств материалов на основе регрессионных моделей	4	0	4
Всего			72	0	72

### 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
Всего					

## 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	Довженко Н. Н., Довженко И. Н., Рудницкий Э. А.	Моделирование процессов и объектов в металлургии: учеб.-метод. пособие [ для студентов спец. 150106.65 «Обработка металлов давлением»]	Красноярск: СФУ, 2013

Л1.2	Кравцова Е. Д., Шор Е. А.	Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах: учеб.-метод. пособие [для студентов напр.150100 «Материаловедение и технологии материалов»]	Красноярск: СФУ, 2013
Л1.3	Иванов А. А.	Автоматизация технологических процессов и производств: учеб. пособие для вузов	Москва: Форум, 2011
Л1.4	Кравцова Е. Д., Никифорова Э. М., Спектор Ю. Е.	Математическое планирование эксперимента и статистическая обработка результатов: учеб.-метод. комплекс [для студентов напр. подг. 150100.62 «Материаловедение и технологии материалов», профиля 150100.62.00.02 «Физико-химия материалов и процессов»]	Красноярск: СФУ, 2015
Л1.5	Островский Г. М., Зиятдинов Н. Н., Лаптева Т. В.	Оптимизация технических систем: учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Системный анализ и управление"	Москва: КНОРУС, 2016
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Кравцова Е. Д., Никифорова Э. М.	Планирование научных и промышленных экспериментов в вопросах и задачах: практикум	Красноярск: Изд-во КГАЦМиЗ, 2002
Л2.2	Киселева Н. Н., Земсков В. С.	Компьютерное конструирование неорганических соединений. Использование баз данных и методов искусственного интеллекта: монография	Москва: Наука, 2005
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Кравцова Е. Д., Шор Е. А.	Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах: учеб.-метод. пособие [для студентов напр.150100.68 «Материаловедение и технологии материалов»]	Красноярск: СФУ, 2013
Л3.2	Кравцова Е. Д., Никифорова Э. М.	Математическое планирование эксперимента и статистическая обработка результатов: учеб.-метод. пособие для самост. работы [по напр. "Металлургия" и "Физическое материаловедение", спец 150108 "Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия" и 150701 "Физико-химические методы исследования металлург. процессов"]	Красноярск: СФУ, 2012

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

Э1	Лавров В.В. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента [Электронный ресурс]: конспект лекций (отдельные главы из учебника для вузов) / Лавров В.В., Спирин Н.А.	<a href="http://study.ustu.ru/view/aid_view.aspx">http://study.ustu.ru/view/aid_view.aspx</a>
Э2	Ходасевич Г.Б. Обработка экспериментальных данных на ЭВМ [Электронный ресурс]: учебное пособие.	<a href="http://dvo.sut.ru/libr/opds">http://dvo.sut.ru/libr/opds</a>
Э3	Ходасевич Г.Б. Планирование эксперимента [Электронный ресурс].	<a href="http://pds.sut.ru/electronic_manuals/pe">http://pds.sut.ru/electronic_manuals/pe</a>
Э4	Иванов Е.Е. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: / Е. Е. Иванов, Д. А. Шустов, С.А. Перешивкин.	<a href="http://ecocyb.narod.ru">http://ecocyb.narod.ru</a>

## 8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов» организуется в соответствии с используемыми в учебном процессе формами учебных занятий и проводится в свободное от учебной нагрузки время. Освоение предусмотренного программой объема самостоятельной работы осуществляется в соответствии с методическими указаниями по выполнению самостоятельной работы, разработанными по данному курсу. Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление и развитие знаний, умений и навыков, полученных в процессе аудиторных занятий.

Задания на выполнение самостоятельной работы студентами выдается преподавателем, ведущим практические занятия. При выполнении самостоятельной работы студенты пользуются электронными ресурсами (электронный учебник по дисциплине), учебно-методическими (руководства по выполнению практических занятий) и справочными материалами, указанными в перечне дополнительной литературы.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов» включает следующие мероприятия:

1 Работа над материалом, полученным в процессе освоения курса (теоретическим и практическим материалом, изучаемым на аудиторных занятиях) и материалом, вынесенным на самостоятельное изучение.

2 Подготовка к практическим занятиям (выполнение расчетных работ, подготовка отчетов по расчетным работам).

4 Подготовка к мероприятию итогового контроля (зачет в 3 и 4 семестре).

В дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов» предусматриваются следующие виды самостоятельной работы студентов:

Работа с книгой. Необходимая для освоения теоретического материала информация указана в методических разработках по данному курсу, в данной рабочей программе.

Кроме «классических» учебников при освоении теоретического материала по курсу «Моделирование и оптимизация технологических процессов» рекомендуется пользоваться ресурсами Интернет и ЭОК размещенным на сайте университета - <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=1650>.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Постарайтесь разбирать примеры, которые поясняют такие определения, постройте аналогичные примеры самостоятельно. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Практические занятия. Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов теоретического курса. Полезно составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Самопроверка. После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, формулировки основных положений или доказательств.

Важный критерий усвоения теоретического материала умение не только решать задачи, но и пройти тестирование по пройденному

материалу. Тестирование по отдельным темам можно пройти здесь - <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=1650>). Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал.

Консультации. Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. Вопросы так же можно задавать в ЭОК. В своих вопросах следует четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Готовить «шпаргалки» полезно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету, что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная для студента работа, более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации.

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

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	Программы для комфортного чтения электронных книг и документов: WinDjView, Adobe Acrobat Reader;
9.1.2	Microsoft Office;
9.1.3	Mathcad.

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	Информационно-справочные и поисковые системы, поисковые системы Rambler, Yandex, Google.
-------	--

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

Для преподавания дисциплины предоставляется компьютерный класс в котором установлено 20 персональных компьютеров. Все ПК оснащены лицензионным ПО Microsoft Windows XP, Microsoft Office 2007.