

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

**Институт Технологий и инженерной механики  
Кафедра Материаловедение**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор  
Института Технологий и инженерной  
механики

  
Могильная Е.П.  
(подпись)

« 18 » 04 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ  
И ПРОЦЕССОВ»**

По направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профили: «Материаловедение в машиностроении»,

«Композиционные и порошковые материалы, покрытия»

**Луганск – 2023**

Лист согласования РПУД

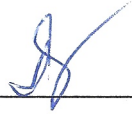
Рабочая программа учебной дисциплины «Моделирование и оптимизация свойств материалов и процессов» по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов. – 24 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Моделирование и оптимизация свойств материалов и процессов» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 02.06.2020 года № 701.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Доктор техн. наук, профессор Рябичева Л.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры материаловедения «18» 04 2023 г., протокол № 8

Заведующая кафедрой материаловедения \_\_\_\_\_  Рябичева Л.А.

Переутверждена: «  » \_\_\_\_\_ 20   г., протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института Технологий и инженерной механики  
«18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии института \_\_\_\_\_  Ясуник С.Н.

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – фундаментальная подготовка бакалавров в области организации и проведения научных исследований на основе использования эффективных методов математической обработки результатов экспериментов, моделирования и оптимизации, использования программных и технических средств обработки экспериментальной информации с использованием ЭВМ.

Задачи:

- освоение основных теоретических положений и приобретение навыков использования этих положений для решения практических задач;
- подготовка производственно-технологической, проектной и научно-исследовательской деятельности.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Моделирование и оптимизация свойств материалов и процессов» относится к блоку 1 части, формируемой участниками образовательных отношений. Условиями для освоения дисциплины являются знания дифференциального и интегрального исчисления, умения определить механические и физические свойства материалов, навыки в разработке технологических процессов изготовления и обработки материалов и изделий, полученных студентами при изучении дисциплин: «Математика», «Физика», «Механика материалов и основы конструирования», «Механические свойства материалов», «Физические свойства материалов» «Теория и технология термической и химико-термической обработки», «Теория и технология композиционных материалов», «Теория и технология порошковых материалов», «Теория и технология нанесения покрытий» и служит основой для выполнения выпускной работы бакалавра.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
<b>ОПК-4.</b> Способен проводить измерения и наблюдения профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	<b>ОПК-4.1.</b> Понимает способы оценки измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности	знать: способы оценки измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные уметь: оценивать измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные владеть: оценкой измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

	<p><b>ОПК-4.3.</b> Представляет статистически обработанные экспериментальные данные</p>	<p>знать: методы статистической обработки экспериментальных данных</p> <p>уметь: статистически обрабатывать экспериментальные данные</p> <p>владеть: статистически обработанными экспериментальными данными</p>
<p><b>ОПК-5.</b> Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств</p>	<p><b>ОПК-5.1.</b> Понимает специфику и особенности применения современных информационных технологий и программных средств для решения научно-исследовательских задач при осуществлении профессиональной деятельности</p>	<p>знать: специфику и особенности применения современных информационных технологий и программных средств для решения научно-исследовательских задач при осуществлении профессиональной деятельности</p> <p>уметь: использовать специфику и особенности применения современных информационных технологий и программных средств для решения научно-исследовательских задач при осуществлении профессиональной деятельности</p> <p>владеть: спецификой и особенностями применения современных информационных технологий и программных средств для решения научно-исследовательских задач при осуществлении профессиональной деятельности</p>
	<p><b>ОПК-5.2.</b> Демонстрирует умение рационально выбирать современные методы решения научных задач в профессиональной деятельности</p>	<p>знать: основы рационального выбора современных методов решения научных задач в профессиональной деятельности</p> <p>уметь: рационально выбирать современные методы решения научных задач в профессиональной деятельности</p> <p>владеть: рациональным выбором современных методов решения научных задач в профессиональной деятельности</p>
	<p><b>ОПК-5.3.</b> Использует современные информационные технологии и программные средства для решения профессиональных задач</p>	<p>знать: современные информационные технологии и программные средства для решения профессиональных задач</p> <p>уметь: использовать современные информационные технологии и программные средства для решения профессиональных задач</p> <p>владеть: навыками современ-</p>

		ных информационных технологий и программных средств для решения профессиональных задач
<b>ПК-2.</b> Способен осуществлять контроль качества изделий по результатам технологических процессов термической обработки	<b>ПК-2.1.</b> Применяет измерения и регистрацию результатов при контроле качества и испытаниях образцов после термической обработки	<p>знать: виды измерений и регистрации результатов при контроле качества и испытаниях образцов после термической обработки</p> <p>уметь: применять измерения и регистрацию результатов при контроле качества и испытаниях образцов после термической обработки</p> <p>владеть: измерениями и регистрацией результатов при контроле качества и испытаниях образцов после термической обработки</p>
<b>ПК-5.</b> Способен участвовать во внедрении несложных и сложных новых видов техники и технологий термической обработки	<b>ПК-5.3.</b> Участствует в разработке методик испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий термической обработки	<p>знать: разработку методик испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий</p> <p>уметь: разрабатывать методики испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий</p> <p>владеть: разработкой методик испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий</p>
<b>ПК-7.</b> Способен разрабатывать, сопровождать и интегрировать инновационные технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов в том числе по выбору новых материалов, покрытий, обработки и модификации	<b>ПК-7.1.</b> Участствует в разработке инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	<p>знать: разработку инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>уметь: разрабатывать инновационные технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>владеть: разработкой инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p>

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>108</b> <b>(3 зач. ед)</b>	<b>108</b> <b>(3 зач. ед)</b>
<b>Обязательная контактная работа в том числе: (всего)</b>	<b>51</b>	<b>8</b>
Лекции	34	6
Семинарские занятия	-	-

Практические занятия	17	2
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i> )	-	-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>57</b>	<b>100</b>
Форма аттестации	зачет	зачет

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Тема 1.** Введение. Общие сведения о математическом моделировании. Основные понятия и задачи моделирования. Виды и уровни моделирования.

**Тема 2.** Синтез математических моделей технологических процессов. Моделирование детерминированных процессов. Общие вопросы синтеза математических моделей технологических процессов. Математический аппарат, используемый при синтезе математических моделей.

**Тема 3.** Численные методы при компьютерном моделировании технологических процессов и материалов.

Интерполирование и экстраполирование. Методы первичной обработки статистических данных. Понятие о численных методах решения алгебраических и дифференциальных уравнений. Обзор математических и статистических систем.

**Тема 4.** Моделирование материалов и процессов.

Математические модели материалов и технологических процессов их получения и переработки. Модели для описания тепловых процессов. Модели переноса тепла теплопроводностью (стационарная, плоская, цилиндрическая, с переменными свойствами, нестационарная). Конвективный перенос тепла и вещества. Теплопроводность и диффузия. Основные уравнения модели.

**Тема 5.** Управление технологическими процессами в динамике.

Понятие о задаче условной оптимизации. Классификация задач оптимизации. Понятие о численных методах оптимизации. Условия оптимальности в общей задаче оптимизации.

**Тема 6.** Постановка и классификация задач условной оптимизации.

Понятие о задаче условной оптимизации. Классификация задач оптимизации. Понятие о численных методах оптимизации. Условия оптимальности в общей задаче оптимизации.

**Тема 7.** Линейное программирование.

Постановка и свойства задач линейного программирования. Теория двойственности. Разработка моделей линейного программирования. Простейшая задача технического контроля.

#### **Тема 8.** Организация вычислительного эксперимента.

Понятие погрешности (источники возникновения, абсолютная и относительная погрешности, распространение погрешностей при вычислениях). Достоверность результатов вычислительного эксперимента. Оптимальный выбор численного метода

**Тема 9.** Примеры моделирования технологических процессов и материалов.

Моделирование процессов массо- тепло- и электро-переноса. Моделирование процесса термообработки. Моделирование формирования механических свойств при структурообразовании. Моделирование формообразования порошковых изделий. Моделирование наноструктур.

### **4.3. Лекции**

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Введение. Общие сведения о математическом моделировании.	2	2
2.	Синтез математических моделей технологических процессов.	4	
3.	Численные методы при компьютерном моделировании технологических процессов и материалов.	4	2
4.	Моделирование материалов и процессов	5	
5.	Управление технологическими процессами в динамике.	4	
6.	Постановка и классификация задач условной оптимизации.	3	
7.	Линейное программирование.	4	
8.	Организация вычислительного эксперимента.	4	
9.	Примеры моделирования технологических процессов и материалов.	4	2
<b>Итого</b>		<b>34</b>	<b>6</b>

### **4.4. Практические занятия**

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Определение параметров регрессионной модели по экс-	2	1

	периментальным данным методом наименьших квадратов		
2	Численный расчет модели процесса нагрева твердого тела	2	
3	Решение нестационарных задач теплопроводности методом конечных разностей	2	
4	Моделирование нагрева и охлаждения образца в электронной муфельной печи	4	1
5	Моделирование механических свойств материала	4	
6	Компьютерное моделирование формообразования порошковых изделий	3	
<b>Итого:</b>		<b>17</b>	<b>2</b>

#### 4.5. Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Введение. Общие сведения о математическом моделировании.	Изучение лекционного материала	6	12
2	Синтез математических моделей технологических процессов.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практической работе, оформление отчета.	6	11
3	Численные методы при компьютерном моделировании технологических процессов и материалов.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практической работе, оформление отчета.	6	11
4	Моделирование материалов и процессов	Изучение лекционного материала. Подготовка к практической работе, оформление отчета.	6	11
5	Управление технологическими процессами в динамике.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практической работе, оформление отчета.	6	11
6	Постановка и классификация задач условной оптимизации	Изучение лекционного материала. Подготовка к практической работе, оформление отчета.	6	11
7	Линейное программирование.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практической работе, оформление отчета.	7	11
8	Организация вычислительного эксперимента.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практической работе, оформление отчета.	7	11
9	Примеры моделирования технологических процессов и материалов.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практической работе, оформление отчета.	7	11
<b>Итого:</b>			<b>57</b>	<b>100</b>



#### **4.7. Курсовые работы/проекты не предусмотрены учебным планом**

### **5. Образовательные технологии**

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;

– использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим занятиям;

– технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

– технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: самостоятельная работа; проблемное обучение.

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

#### **а) основная литература:**

1. Хейфец М. Л. Математическое моделирование технологических процессов. – Новополюк: ПГУ, 1999. 104с. – ISBN 985–418–058–1.

2. Веткасов Н.И. Основы математического моделирования: учебно-методическое пособие / Н.И. Веткасов, Ю.В. Псигин. – Ульяновск: УлГТУ, 2017. – 144 с.

#### **б) дополнительная литература:**

1. Цаплин А.И. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии: учеб. пособие / А.И. Цаплин, И.Л. Никулин. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – 299 с.

2. Кундас С.П. Компьютерное моделирование процессов термической обработки сталей: монография / С.П. Кундас. Мн.: Бестпринт, 2005. – 313с.

3. Моделирование процессов и объектов в металлургии. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: конспект лекций / Б.М. Горенский, Л.А. Лапина, А.Ш. Любанова и др. – Электрон. дан. (2 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – DVD.

#### **в) методические рекомендации:**

1. Моделирование и оптимизация свойств материалов и технологических процессов [Электронный ресурс] : методические указания для бакалавров, обучающихся по направлениям 210100 и 150100 / сост. М.В. Макачук. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. - CD-ROM.

2. Методические указания к лабораторному практикуму на тему: «Моделирование и анализ кристаллических структур в программе diamond» [Электронный ресурс] : / В.Н. Пустовойт, Ю.В. Долгачев. – Ростов-на-Дону : Изд-во ДГТУ «Скиф», 2015.

**г) интернет-ресурсы:**

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

ГОСТы и стандарты – <https://standartgost.ru/>

**Электронные библиотечные системы и ресурсы**

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

**Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

**7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Реализация программы дисциплины требует наличия аудиторий и лабораторий.

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов, аудитория, оснащенная презентационной техникой (мультимедиапроектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия: компьютерный класс, презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов по количеству обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

**Программное обеспечение:**

<b>Функциональное назначение</b>	<b>Бесплатное программное обеспечение</b>	<b>Ссылки</b>
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>

Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

## 8. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Моделирование и оптимизация свойств материалов и процессов»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка Контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	<b>ОПК-4</b>	Способен проводить измерения и наблюдения профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	<b>ОПК-4.1.</b> Понимает способности оценки измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности	Тема 1. Общие сведения о математическом моделировании. Тема 2. Синтез математических моделей технологических процессов.	5
			<b>ОПК-4.3.</b> Представляет статистически обработанные эксперименталь-	Тема 3. Численные методы при компьютерном моделировании техноло-	5

			ные данные	гических процессов и материалов.	
2	<b>ОПК-5</b>	Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	<b>ОПК-5.1.</b> Понимает специфику и особенности применения современных информационных технологий и программных средств для решения научно-исследовательских задач при осуществлении	Тема 4. Моделирование материалов и процессов.	5
			<b>ОПК-5.2.</b> Демонстрирует умение рационально выбирать современные методы решения научных задач в профессиональной деятельности	Тема 5. Управление технологическими процессами в динамике.	5
			<b>ОПК-5.3.</b> Использует современные информационные технологии и программные средства для решения профессиональных задач	Тема 6. Линейное программирование.	5
3	<b>ПК-2</b>	Способен осуществлять контроль качества изделий по результатам технологических процессов термической обработки	<b>ПК-2.1.</b> Применяет измерения и регистрацию результатов при контроле качества и испытаниях образцов после термической обработки	Тема 7. Организация вычислительного эксперимента.	5

4	<b>ПК-5</b>	Способен участвовать во внедрении несложных и сложных новых видов техники и технологий термической обработки	<b>ПК-5.3.</b> Участвует в разработке методик испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий термической обработки	Тема 2. Синтез математических моделей технологических процессов. Тема 3. Численные методы при компьютерном моделировании технологических процессов и материалов. Тема 4. Управление технологическими процессами в динамике.	5
5	<b>ПК-7</b>	Способен разрабатывать, сопровождать и интегрировать инновационные технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов в том числе по выбору новых материалов	<b>ПК-7.1.</b> Участвует в разработке инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	Тема 5. Линейное программирование. Тема 6. Постановка и классификация задач условной оптимизации. Тема 8. Примеры моделирования технологических процессов и материалов.	5

### Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	<b>ОПК-4</b> Способен проводить измерения и наблюдения профессиональной деятельности,	<b>ОПК-4.1.</b> Понимает способы оценки измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности	знать: способы оценки измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Тема 1. Общие сведения о математическом моделировании. Тема 2. Синтез математических моделей	Вопросы для сдачи практических занятий, зачет

	обрабатывать и представлять экспериментальные данные		<p>уметь: оценивать измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</p> <p>владеть: оценкой измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять</p>	технологических процессов.	
		<b>ОПК-4.3.</b> Представляет статистически обработанные экспериментальные данные	<p>знать: методы статистической обработки экспериментальных данных</p> <p>уметь: статистически обрабатывать экспериментальные данные</p> <p>владеть: статистически обработанными экспериментальными данными</p>	Тема 3. Численные методы при компьютерном моделировании технологических процессов и материалов	Вопросы для сдачи практических занятий, зачет
2	<b>ОПК-5.</b> Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	<b>ОПК-5.1.</b> Понимает специфику и особенности применения современных информационных технологий и программных средств для решения научно-исследовательских задач при осуществлении профессиональной деятельности	<p>знать: специфику и особенности применения современных информационных технологий и программных средств для решения научно-исследовательских задач при осуществлении профессиональной деятельности</p> <p>уметь: использовать специфику и особенности применения современных информационных технологий и программных средств для решения научно-исследовательских</p>	Тема 4. Моделирование материалов и процессов	Вопросы для сдачи практических занятий, зачет

			<p>задач при осуществлении профессиональной деятельности</p> <p>владеть: спецификой и особенностями применения современных информационных технологий и программных средств для решения научно-исследовательских задач при осуществлении профессиональной деятельности</p>		
		<p><b>ОПК-5.2.</b> Демонстрирует умение рационально выбирать современные методы решения научных задач в профессиональной деятельности</p>	<p>знать: основы рационального выбора современных методов решения научных задач в профессиональной деятельности</p> <p>уметь: рационально выбирать современные методы решения научных задач в профессиональной деятельности</p> <p>владеть: рациональным выбором современных методов решения научных задач в профессиональной деятельности</p>	<p>Тема 5. Управление технологическими процессами в динамике</p>	<p>Вопросы для сдачи практических занятий, зачет</p>
		<p><b>ОПК-5.3.</b> Использует современные информационные технологии и программные средства для</p>	<p>знать: современные информационные технологии и программные средства для решения профессиональных задач</p>	<p>Тема 6. Линейное программирование.</p>	<p>Вопросы для сдачи практических занятий, зачет</p>

		решения профессиональных задач	<p>уметь: использовать современные информационные технологии и программные средства для решения профессиональных задач</p> <p>владеть: навыками современных информационных технологий и программных средств для решения профессиональных задач</p>		
3	<b>ПК-2.</b> Способен осуществлять контроль качества изделий по результатам технологических процессов термической обработки	<b>ПК-2.1.</b> Применяет измерения и регистрацию результатов при контроле качества и испытаниях образцов после термической обработки	<p>знать: виды измерений и регистрации результатов при контроле качества и испытаниях образцов после термической обработки</p> <p>уметь: применять измерения и регистрацию результатов при контроле качества и испытаниях образцов после термической обработки</p> <p>владеть: измерениями и регистрацией результатов при контроле качества и испытаниях образцов после термической обработки</p>	Тема 7. Организация вычислительного эксперимента	Вопросы для сдачи практических занятий, зачет



4	<b>ПК-5.</b> Способен участвовать во внедрении несложных и сложных новых видов техники и технологий термической обработки	<b>ПК-5.3.</b> Участвует в разработке методик испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий термической обработки	<p>знать: разработку методик испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий</p> <p>уметь: разрабатывать методики испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий</p> <p>владеть: разработкой методик испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий</p>	<p>Тема 2. Синтез математических моделей технологических процессов.</p> <p>Тема 3. Численные методы при компьютерном моделировании технологических процессов и материалов.</p> <p>Тема 4. Управление технологическими процессами в динамике</p>	Вопросы для сдачи практических занятий, зачет
5	<b>ПК-7.</b> Способен разрабатывать, сопровождать и интегрировать инновационные технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов в том числе по выбору новых материалов	<b>ПК-7.1.</b> Участвует в разработке инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	<p>знать: разработку инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>уметь: разрабатывать инновационные технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>владеть: разработкой инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p>	<p>Тема 5. Линейное программирование.</p> <p>Тема 6. Постановка и классификация задач условной оптимизации.</p> <p>Тема 8. Примеры моделирования технологических процессов и материалов.</p>	Вопросы для сдачи практических занятий, зачет

### **Задания для практических занятий**

#### **ЗАНЯТИЕ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ**

Задание. 1. Для оформления решения составить таблицу в Microsoft Office Excel и, исходя из задания, занести экспериментальные данные в ячейки.

2. Построить точечный график по диапазону ячеек.

3. Выполнить регрессионный анализ для нелинейных моделей, в частности построить полиномиальную модель второго порядка, последовательно увеличить порядок уравнения до шестого.

4. Проанализировать полученные данные и по наиболее высокому значению коэффициента корреляции определиться с типом модели, адекватным объекту.
5. На основе найденных коэффициентов уравнения регрессии установить теоретическое значение наблюдаемой величины  $Y$ .
6. Вычислить ошибку модели.
7. Для проверки модели на адекватность построить гистограмму распределения ее остатков.
8. Для проверки модели на адекватность построить график содержательного анализа остатков модели в зависимости от входной переменной  $X$ .
9. Провести анализ результатов.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определения математической модели и объекта.
  2. В чем заключается задача регрессионного анализа?
  3. Какую величину называют случайной? Опишите основные типы случайных величин.
- Сформулируйте закон распределения случайной величины

### **ЗАНЯТИЕ 2. ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА НАГРЕВА ТВЕРДОГО ТЕЛА**

- Задание. 1. Произведем численный расчет модели методом трапеций.
2. Ввести в ячейки начальные условия.
  3. Реализуем расчет дифференциала температуры.
  4. Добавим построение решения, рассчитанного аналитически.
  5. Провести аналогичный расчет для процесса охлаждения.
  6. Ознакомиться с записанными данными при нагреве реального образца в лабораторной печи.
  7. В модель введем функцию, описывающую изменение скорости от времени.
  8. Реализуем расчет дифференциала  $dU$  системы уравнений.
  9. Строим точечную диаграмму, где по оси абсцисс отложим время  $t$ , а по оси ординат отложим численное решение  $T$ .
  10. Провести анализ результатов.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какая характеристика служит для оценки качества линейной модели? Какие она может принимать значения?
2. Описать сущность МНК.
3. Какая характеристика служит для оценки качества нелинейной модели? Какие она может принимать значения?
4. Дайте определение корреляции. Какие виды корреляции вы знаете?

### **ЗАНЯТИЕ 3. РЕШЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ**

- Задание. 1. Для решения краевой задачи методом конечных разностей на расчетной области построить сетку.
2. Аппроксимируется первая производная функции.
  3. В узлах сетки аппроксимируется вторая производная функции.
  4. Для каждого узла сетки записывается разностное уравнение.
  5. Решаем систему линейных алгебраических уравнений.
  6. Построить конечно-разностную схему для тонкой бесконечной пластины.
  7. Введем в электронную таблицу значения  $a$ ,  $h$ ,  $n$ . Рассчитаем величины  $\Delta x$  и  $\Delta t$ .
  8. В соответствующие ячейки ввести исходные температуры в точках пластины по толщине.
  9. Ввести граничные условия.

10. Ввести основную расчетную формулу, произвести расчет.
11. Повторить расчет для различных толщин пластины.
12. Провести анализ результатов.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите начальные условия решения задачи
2. Опишите этапы расчета дифференциала температуры.
3. Назовите условия аналитического решения температуры.
4. Чем отличается расчет нагрева твердого тела от расчета охлаждения?

### **ЗАНЯТИЕ 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ ОБРАЗЦА В ЭЛЕКТРОННОЙ МУФЕЛЬНОЙ ПЕЧИ, В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ**

- Задание. 1. Запустить виртуальную среду.
2. Выбрать режим «Обучение».
  3. Изучить теоретический материал и правила работы в виртуальной среде.
  4. Выбрать режим «Тестирование».
  5. Задать время нагрева, скорость обдува, температуру печи, температуру поверхности.
  6. Провести основные действия методики определения параметров теплообмена.
  7. Открыть журнал занятия и посмотреть свои результаты.
  8. Провести анализ результатов.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите условия моделирования нагрева образца.
2. Назовите условия охлаждения образца.
3. Какие граничные условия использует программа?
4. Как задается время нагрева в программе?
5. Какая функция оптимизации используется в основе моделирования нагрева и охлаждения образца?

### **ЗАНЯТИЕ 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА**

- Задание. 1. Получить задание у преподавателя.
2. Ознакомиться с правилами работы с компьютерной программой конечноэлементного моделирования.
  3. Создать новую задачу.
  4. Ввести параметры задачи (свойства).
  5. Задать геометрическую модель, метки объектов и построить сетку.
  6. Ввести данные о материале (физические свойства), нагрузках и граничных условиях.
  7. Решить задачу с граничными условиями I и III рода.
  8. Провести анализ результатов.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем сущность программы моделирования методом конечных элементов?
2. Какие виды конечных элементов используются?
3. Какая функция оптимизации?
4. Как задается функция оптимизации?
5. В каких пределах изменяется функция оптимизации?

### **ЗАНЯТИЕ 6. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПОРОШКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ**

- Задание. 1. Запустить Q-FORM программу.
2. Создать условия задачи.

3. Произвести импорт данных кристаллической структуры, программа отобразит автоматически созданную картинку.

4. Через панель навигации просмотреть: лист информации, анализ расстояния и углов, образец дифракции, все изображения структуры, обзор всех фотографий текущей структуры.

5. Провести анализ результатов.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определения математической модели и объекта.

2. Как задается чертеж детали?

3. Как задается штамп для формоизменения?

4. В чем заключается метод конечных элементов?

5. На сколько элементов разбивается деталь и детали штампа?

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству практическая работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

#### Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

##### Тест № 1

1. Что понимается под объектом моделирования?
2. Что такое гипотеза в моделировании?
3. Укажите все глобальные и локальные экстремумы (если они существуют) следующих функций: а)  $f = (2 - x)(x + 1)^2$ ; б)  $f = \ln(x^2 + 1)$ ; в)  $f = x - 2\sin x^2$ .

##### Тест № 2

1. Дайте определение модели.
2. Что такое математическая модель?
3. Дана функция Розенброка  $f(x) = 100(x_2 - (x_1)^2)^2 + (1 - x_1)^2$  и начальная точка  $x^{(0)} = (-1, 2; 0)$ . Найдите точку локального минимума этой функции, пользуясь методом покоординатного спуска, с точностью до 0,2.

##### Тест № 3

1. Приведите пример аналогии в физических процессах.
2. Дайте классификацию процессов как объектов моделирования.
3. В процессе поиска точки минимума функции Розенброка (см. предыдущее упражнение) получены две первые точки  $x^{(0)} = (-1,2; 1)$ ,  $x^{(1)} = (-1,3; 1,07)$ . Определите направление поиска из точки  $x^{(1)}$ , пользуясь следующими градиентными методами: а) методом наискорейшего спуска, б) методом Ньютона.

#### Тест № 4

1. Чем отличаются стохастические процессы от детерминированных?
2. Опишите постановку задачи моделирования в общем виде.
3. Постройте зависимость температуры отжига от времени нагрева.

#### Тест № 5

1. Дайте общую классификацию математических моделей.
2. Какова структура модели математического программирования?
3. Постройте кривую упрочнения для меди.

#### Тест № 6

1. Что понимают под структурно-параметрическим описанием объекта моделирования?
2. В чем состоит различие между линейными и нелинейными моделями?
3. Постройте зависимость напряжений от степени деформации порошкового материала.

#### Тест № 7

1. Дайте классификацию моделируемых процессов по характеру их протекания.
2. Перечислите основные этапы построения математической модели.
3. Найдите экстремум функции температуры отжига от времени нагрева.

#### Тест № 8

1. Опишите метод активного и пассивного эксперимента. Чем они отличаются?
2. Какой математический аппарат используется при синтезе математических моделей детерминированных процессов?
3. Введите чертеж подшипника скольжения, используя программу АВАКУС.

#### Тест № 9

1. Какие системы относят к системам с распределенными параметрами?
2. Каким уравнением в частных производных моделируется процесс теплопереноса?
3. Как задается внешнее трение при проектировании формоизменения порошковых заготовок?

#### Тест № 10

1. В чем состоит идея метода аналогий?
2. Опишите экспериментально-статистический метод моделирования.
3. По результатам заданного экспериментального анализа напряженного состояния постройте кривые зависимости напряжения от степени деформации.

### Тест № 11

1. Сформулируйте, в чем заключается задача регрессионного анализа.
2. Какую величину называют случайной? Опишите основные типы случайных величин.
3. Опишите математическую модель кривой упрочнения и рассчитайте ее для алюминия.

### Тест № 12

1. Что такое закон распределения случайной величины?
2. Назовите виды регрессионных зависимостей.
3. Введите чертеж детали упор, используя программу АВАКУС.

### Тест № 13

1. Опишите суть метода наименьших квадратов.
2. Какая характеристика служит для оценки качества нелинейной модели? Какие она может принимать значения?
3. Постройте зависимость напряжений от степени деформации порошкового материала при пористости 15 %.

### Тест № 14

1. Что такое корреляция? Какие виды корреляции вы знаете?
2. Как строится линия регрессии?
3. Постройте зависимость напряжений от степени деформации порошкового материала при пористости 40 %.

### Тест № 15

1. Сформулируйте, в чем заключается задача регрессионного анализа.
2. Что такое моно- и мультимодальные функции?
3. Постройте зависимость температуры отжига стали 45 от времени нагрева.

### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «зачет»

Критерий оценивания	Зачет
Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и	не зачтено

категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы	
--	--

### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)