


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧЕРЕЖДЕНИЕ 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 » 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ  
ПРОБЛЕМЫ НАУК О МАТЕРИАЛАХ И ПРОЦЕССАХ»

По направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии  
материалов

Магистерская программа: «Структурные и фазовые превращения при дефор-  
мационно-термической обработке»

Лист согласования РПУД

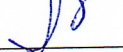
Рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах» по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов. – 14 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах» составлена с учетом государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 24.04.2018 № 306 редакция с изменениями от 26.11.2020 №1456.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Доктор техн. наук, профессор Рябичева Л.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры материаловедения «18» 04 2023 г., протокол № 5

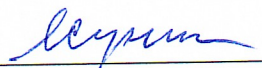
Заведующая кафедрой материаловедения  Рябичева Л.А.

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 – дать теоретические знания и практические навыки по современным технологиям в области математического моделирования в материаловедении, научить применять эти знания и навыки в рамках практической деятельности.

Задачи:

- освоить анализ данных с помощью современных технологий;
- применять мультимедийные технологии;
- выполнять компьютерного моделирования и анализировать полученные данные.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах» относится к обязательной части модуля гуманитарных дисциплин. Условиями для освоения дисциплины являются знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплин: «Физическая химия», «Физика», «Философия» и служит основой для освоения дисциплин «Современные методы исследования структуры и свойств материалов», «Методика выбора и разработки материалов с заданными функциональными свойствами».

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-5. Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизировать и обобщать достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	ОПК-5.1. Анализирует результаты научно-технических разработок, научных исследований ОПК-5.2. Проектирует инновационные технологические процессы получения и обработки современных материалов для достижения требуемого комплекса свойств с учётом экологических, экономических, и других факторов	Знать: результаты научно-технических разработок, научных исследований учебной задачей Уметь: анализировать результаты научно-технических разработок, научных исследований Владеть: навыками инновационных технологических процессов получения и обработки современных материалов для достижения требуемого комплекса свойств с учётом экологических, экономических, и других факторов.

<p>ПК-7. Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчёта, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау.</p>	<p>ПК-7.1. Выбирает метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывает его осуществление и анализирует результаты с использованием современных методов обработки данных, оформляет полученные результаты в виде отчёта, научной публикации, доклада, готовит (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау.</p>	<p>Знать: метод научного исследования, исходя из конкретных задач  Уметь: организовывать, осуществлять и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчёта,  Владеть: навыками анализа результатов с использованием современных методов обработки данных, оформляет полученные результаты в виде отчёта, научной публикации, доклада, готовит (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау</p>
--	--	---

## 4. Структура и содержание дисциплины

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

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>216</b> <b>(6,0 зач. ед)</b>	
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>45</b>	
<b>в том числе:</b>		
Лекции	15	
Семинарские занятия	-	
Практические занятия	30	
Лабораторные работы		
Курсовая работа (курсовой проект)		
Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i> )	-	
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>171</b>	
Итоговая аттестация	Диф. зачёт	

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Тема 1.** Введение в дисциплину «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах»

Цель, задачи, предмет, объект исследований дисциплины.

**Тема 2.** Этапы разработки математической модели.

Постановка задачи математического моделирования. Вычислительный и натурный эксперименты. Формирование технического задания. Поиск эффективных методов решения. Тестирование эффективных алгоритмов и программ. Методы корректировки математической модели.

**Тема 3.** Механические модели металлических тел

Простейшие механические модели металлических тел. Модель Максвелла. Модель Кельвина-Фойгта. Комбинированные модели: параллельное соединение модели Максвелла и Кельвина-Фойгта. Комбинированные модели: последовательное соединение модели Максвелла и Кельвина-Фойгта. Многоэлементные механические модели металлических тел. Модель Каргина-Слонимского.

**Тема 4.** Прогнозирование свойств металлических материалов

Теория упругого последействия Больцмана. Прогнозирование модуля упругости. Прогнозирование пластической деформации композитов. Прогнозирование физико-механические свойства материалов. Прогнозирование прочности. Температурная зависимость упрочнения. Концентрационная зависимость упрочнения.

**Тема 5.** Четыре основных механизма упрочнения металлических материалов.

Субструктурное упрочнение. Твердорастворное упрочнение. Поликристаллическое упрочнение. Многофазное упрочнение. Механизм упрочнения, математическое описание. Предел текучести с точки зрения дислокационной теории. Дислокационный ансамбль и превращения субструктур. Взаимосвязь фазовых превращений и субструктуры в процессе пластической деформации. Трансформация субструктурного упрочнения в процессе деформации. Факторы, влияющие на формирование напряжения течения сплавов – твердых растворов. Влияние температуры, скорости деформации на изменение прочности материала с различными кристаллическими решетками.

**Тема 6.** Современные проблемы науки о материалах

Методы исследования математических моделей. Основы дисперсионного анализа. Основы регрессионного анализа. Пакеты прикладных программ, используемых при разработке материалов. Основные команды и функции, используемые в Excel, Matlab. Основные команды и функции, используемые в MathCAD. Построение графических объектов в Excel, Matlab, MathCAD.

Компьютерные программы обработки изображений

Алгоритмы определения количественных показателей микроструктур.  
Алгоритмы исправления дефектов приготовления шлифов и травления Алгоритм цветовой сегментации

### 4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение в дисциплину «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах»	2	
2	Этапы разработки математической модели.	2	
3	Механические модели металлических тел	4	
4	Прогнозирование свойств металлических материалов	2	
5	Четыре основных механизма упрочнения металлических материалов.	2	
6	Современные проблемы науки о материалах	3	
<b>Итого:</b>		<b>15</b>	

### 4.4. Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

### 4.5. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочн. форма
1	Этапы построения математической модели в материаловедении. Сущность и виды прогноза, группы методов прогнозирования	2	
2	Применение математического моделирования при дифракционном анализе	6	
3	Моделирование процессов термической обработки и деформации	10	
4	Моделирование видов упрочнения материалов	4	
5	Моделирование величины зерна после термообработки	4	
6	Перспективы развития материаловедения	2	
<b>Итого:</b>		<b>30</b>	

### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Введение в дисциплину «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах»	изучение лекционного материала, подготовка к практическим занятиям	10	

2	Этапы разработки математической модели.	изучение лекционного материала, подготовка к практическим занятиям	30	
3	Механические модели металлических тел	изучение лекционного материала, подготовка к практическим занятиям	30	
4	Прогнозирование свойств металлических материалов	изучение лекционного материала, подготовка к практическим занятиям	30	
5	Четыре основных механизма упрочнения металлических материалов.	изучение лекционного материала, подготовка к практическим занятиям	30	
6	Современные проблемы науки о материалах	изучение лекционного материала, подготовка к практическим занятиям	15	
7	Выполнение индивидуального задания		11	
8	Подготовка к диф. зачёту		15	
<b>Итого:</b>			<b>171</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:

- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- технология коллективного взаимодействия, в том числе совместное решение проблемных задач, ситуаций, кейсов;
- 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;
- технология адаптивного обучения, в том числе проведение консультаций преподавателя.

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

### **а) Основная литература**

1. Жуковский, О. И. Информационные технологии и анализ данных : учебное пособие / О.И. Жуковский .— Томск : Эль Контент, 2014 .— 130 с.
2. Информационные технологии в управлении технологическими процессами цветной металлургии : учебное пособие / Б.М. Горенский .— Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012 .— 148 с.
3. Изюмов, А. А. Компьютерные технологии в науке и образовании : учебное пособие / А.А. Изюмов ; В.П. Коцубинский .— Томск : Эль Контент, 2012 .— 150 с.
4. Корпусов, М. О. Нелинейный функциональный анализ и математическое моделирование в физике : методы исследования нелинейных операторов / М.О. Корпусов ; А.Г. Свешников .— М. : Издательство КРАСАНД, 2011 .— 474 с. 9.1.

### **б) Дополнительная литература**

1. Д. Брандон, У. Каплан Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля. М: Техносфера 2004. 377 с.
2. Горелик С. С, Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Учеб. пособие для вузов. — 4-е изд. доп. и перераб. — М.: МИСИС, 2002. —360 с.
3. Уманский Я.С., Скаков Ю.А. и др. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия/ М.: Металлургия, 1982, 632 с.
4. Егорова О. В. Техническая микроскопия. Практика работы с микроскопами для технических целей – 2-е изд., перераб . – М. : Техносфера, 2007 . – 360 с.
5. Пантелеев В. Г., Егорова О. В., Клыкова Е. И. Компьютерная микроскопия. М: Техносфера 2005. 304 с.
6. Салтыков С. А. Стереометрическая металлография. М.: Металлургия. 1970. 375 с.
7. Чернявский К. С. Стереология в металловедении. М.: Металлургия. 1977. 279 с.
8. Бородкина М.М., Спектор Э. Н. Рентгенографический анализ текстуры металлов и сплавов М., «Металлургия», 1981. 272 с.
9. Математическая теория планирования эксперимента. / Под ред. С.М. Ермакова. – М.: Наука, 1983.
10. Математическое моделирование технологических процессов и метод обратных задач / А.Н. Тихонов, В.Д. Кальнер, В.Б. Гласко. М.: Машиностроение, 1990. 264 с.
11. Самарский А.А. Введение в численные методы. М.: Наука, 1982.
12. Теория и техника теплофизического эксперимента / Под ред. В.К. Щукина. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
13. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1972

### **в) Методические разработки**

Не используются.

### **г) Internet-ресурсы:**

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.пф/>  
Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>  
Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>  
Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>



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/>

Microsoft Word,

Microsoft Excel.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

### **Электронные библиотечные системы и ресурсы**

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

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 обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащённое компьютером с доступом в Интернет.

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

«Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах»

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

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-5	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	ОПК-5.1. Анализирует результаты научно-технических разработок, научных исследований  ОПК-5.2. Проектирует инновационные технологические процессы получения и обработки современных материалов для достижения требуемого комплекса свойств с учётом экологических, экономических, и других факторов	Тема 1. Введение в дисциплину «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах»  Тема 2. Этапы разработки математической модели. Тема 3. Механические модели металлических тел	2
2	ПК-7	Способен выбирать метод научного исследования, исходя из	ПК-7.1. Выбирает метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организывает его	Тема 4. Прогнозирование свойств металлических материалов	2

		конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчёта, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау.	осуществление и анализирует результаты с использованием современных методов обработки данных, оформляет полученные результаты в виде отчёта, научной публикации, доклада, готовит (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау.	Тема 5. Четыре основных механизма упрочнения металлических материалов. Тема 6. Современные проблемы науки о материалах	
--	--	--	--	---	--

### **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	ОПК-5	ОПК-5.1. Анализирует результаты научно-технических разработок, научных исследований ОПК-5.2. Проектирует инновационные технологические процессы получения и обработки современных материалов для достижения требуемого комплекса свойств с учётом экологических, экономических, и других факторов	Знать: результаты научно-технических разработок, научных исследований учебной задачи Уметь: анализировать результаты научно-технических разработок, научных исследований Владеть: навыками инновационных технологических процессов получения и обработки современных материалов для достижения требуемого комплекса свойств с учётом	Тема 1. Введение в дисциплину «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах» Тема 2. Этапы разработки математической модели. Тема 3. Механические модели металлических тел	Задания по практическим занятиям, диф.зачёт

			экологических, экономических, и и других факторов		
2	ПК-7	ПК-7.1. Выбирает метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организывает его осуществление и анализирует результаты с использованием современных методов обработки данных, оформляет полученные результаты в виде отчёта, научной публикации, доклада, готовит (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау.	Знать: метод научного исследования, исходя из конкретных задач Уметь: организовывать, осуществлять и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчёта, Владеть: навыками анализа результатов с использованием современных методов обработки данных, оформляет полученные результаты в виде отчёта, научной публикации, доклада, готовит (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау, рецензий	Тема 4. Прогнозирование свойств металлических материалов Тема 5. Четыре основных механизма упрочнения металлических материалов. Тема 6. Современные проблемы науки о материалах	Задания по практическим занятиям, диф.зачёт

### Оценочные средства для промежуточной аттестации (дифференцированный зачёт)

#### Вопросы к дифференцированному зачёту:

- 1 Этапы разработки математической модели.
2. Постановка задачи математического моделирования.
3. Вычислительный и натурный эксперименты.
4. Формирование технического задания.
5. Поиск эффективных методов решения.
6. Тестирование эффективных алгоритмов и программ. 7.
7. Методы корректировки математической модели.
8. Простейшие механические модели металлических тел.
9. Модель Максвелла.
10. Модель Кельвина-Фойгта.
11. Комбинированные модели: параллельное соединение модели Максвелла и Кельвина-Фойгта.

12. Комбинированные модели: последовательное соединение модели Максвелла и Кельвина-Фойгта.

13. Многоэлементные механические модели металлических тел.

14. Теория упругого последействия Больцмана.

15. Прогнозирование модуля упругости.

16. Прогнозирование пластической деформации композитов.

17. Прогнозирование физико-механические свойства материалов.

18. Прогнозирование прочности.

19. Температурная зависимость упрочнения.

20. Четыре основных механизма упрочнения металлических материалов.

21. Современные проблемы науки о материалах

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
«дифференцированный зачёт»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме 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.
хорошо (4)	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.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие 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.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы