

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 ме-
ханики



(подпись) Могильная Е.П.

« 18 » 04 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: «Функциональные материалы, покрытия»

Лист согласования РПУД

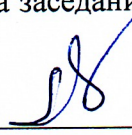
Рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах» по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов. – 15 с.

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 20 23 г., протокол № 8

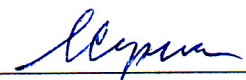
Заведующая кафедрой материаловедения _____  Рябичева Л.А.

Переутверждена: «___» _____ 20___ г., протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института Технологий и инженерной механики

«18» 04 20 23 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, 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	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 и других факторов.
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.	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.	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

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
Общая учебная нагрузка (всего)	216 (6,0 зач. ед)	
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	45	
в том числе:		
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>)	-	
Самостоятельная работа студента (всего)	171	
Итоговая аттестация	Диф.зачет	

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	
Итого:		15	

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	
Итого:		30	

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 дифзачету		15	
Итого:			171	

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.рф/>
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:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

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 контро лируе мой компет енции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формиро вания (семестр изучени я

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 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.	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.	Тема 4. Прогнозирование свойств металлических материалов Тема 5. Четыре основных механизма упрочнения металлических материалов. Тема 6. Современные проблемы науки о материалах	2

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 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	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.зачет
2	ПК-7.	ПК-7.1. Выбирает метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организует его осуществление и анализирует результаты с использованием современных методов обработки данных, оформляет полученные результаты в виде отчёта, научной публикации, доклада, готовит (под	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,	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.зачет

		руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау.	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		
--	--	---	--	--	--

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. 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-механических свойств 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

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)