



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭПиОО  
Д.В. Терентьев

09.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ  
ТЕХНОЛОГИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА***

Направление подготовки (специальность)  
22.04.02 Metallургия

Направленность (профиль/специализация) программы  
Цифровые двойники в обработке материалов

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт элитных программ и открытого образования
Кафедра	Цифровые двойники в обработке материалов
Курс	2
Семестр	3, 4

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Цифровые двойники в обработке материалов  
09.03.2021, протокол № 1

Зав. кафедрой  М.И. Румянцев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭПиОО  
09.03.2021 г. протокол № 1

Председатель  Д.В. Терентьев

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры ЦДВОМ, д-р техн. наук \_\_\_\_\_ В.С.  
Великанов

Рецензент:  
доцент кафедры ВТиП, канд. пед. наук \_\_\_\_\_ Е.А. Ильина

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Цифровые двойники в обработке материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.И. Румянцев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Цифровые двойники в обработке материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.И. Румянцев

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

формирование комплекса знаний, умений и навыков самостоятельного применения современных методов математического, физического и компьютерного моделирования для определения рациональных конструкционных характеристик и технологических режимов металлургического производства.

Студенты должны овладеть знанием способов синтезирования математических моделей систем, технологических процессов, агрегатов, линий, участков и цехов применительно к своей специальности; уметь исследовать с помощью моделей структурные и функциональные характеристики систем; применять на практике методы оптимизации.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Математическое моделирование и оптимизация технологий металлургического производства входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Численные методы

Методология и методы научного исследования

Механическое оборудование для производства и обработки материалов

Теория и технология производства чугуна и стали

Теория и технология производства проката и металлоизделий

Теория и технология литейного производства

Цифровизация металлургического производства

Прослеживаемость и моделирование материальных потоков в металлургическом производстве

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - преддипломная практика

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Математическое моделирование и оптимизация технологий металлургического производства» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи в области металлургии и процессов металлообработки, используя фундаментальные знания
ОПК-1.2	Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в предметной области металлургии и металлообработки
ОПК-1.3	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности
ОПК-2	Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии
ОПК-2.1	Разрабатывает все виды научно-технической, конструкторской, проектной и технологической документации, необходимой для функционирования производственных процессов в области металлургии и металлообработки

ОПК-2.2	Составляет и оформляет научно-технические отчеты, выполняет требования нормоконтроля по результатам производственной и исследовательской деятельности
ОПК-2.3	Выполняет обзоры научно-технической информации различных категорий, подготавливает публикации и рецензии по тематике профессиональной деятельности в области металлургии и металлообработки

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 57,1 акад. часов;
- аудиторная – 50 акад. часов;
- внеаудиторная – 7,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 123,5 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 71,4 акад. час

Форма аттестации - экзамен, курсовой проект

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Моделирование и его сущность. Понятия и основные термины, используемые при моделировании. Объект,								
1.1 Физическое моделирование технологических процессов. Теория подобия как научная основа физического моделирования. Преимущества и недостатки. Примеры физических моделей.	3	2		2/2И	21,5	1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	1. Проверка индивидуальных заданий. 2. Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.2 Математическое моделирование технологических процессов. Математическое моделирование (ММ) и его сущность. Понятие математической модели. Преимущества и недостатки математического моделирования.	3	4		6/2И	20	1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	1. Проверка индивидуальных заданий. 2. Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3

1.3 Эмпирический и структурный подход к созданию моделей.			2		4/4И	10	1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	1. Проверка индивидуальных заданий. 2. Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Итого по разделу		8			12/8И	51,5			
2. Системный анализ									
2.1 Определение системы. Технологические процессы и объекты как технические системы.			2		2	20	1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	1. Проверка индивидуальных заданий. 2. Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
2.2 Системные свойства. Целостность и членимость. Наличие и характеристика связей. Структура связей. Наличие интегративного качества. Управляемость.	3				4	20	1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	1. Проверка индивидуальных заданий. 2. Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
2.3 Внутренние связи систем. Вещественные, энергетические и информационные связи. Оценка мощности связи. Существенные связи.  Внешние связи систем. Входы и выходы системы. Вектор фиксированных входных характеристик. Вектор управляющих воздействий. Возмущения. Вектор выходных					2	20	1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	1. Проверка индивидуальных заданий. 2. Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3

2.4 Подготовка к экзамену.						1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Итого по разделу		2		8	60			
Итого за семестр		10		20/8И	111,5		экзамен	
3. Математические методы оптимизации процессов и объектов в металлургии								
3.1 Формализация задачи оптимизации и ее постановка в математической форме.		2		2/ИИ	4	1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	1. Проверка индивидуальных заданий. 2. Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
3.2 Классификация оптимизационных задач. Одно- и многофакторная оптимизация. Задачи с ограничениями и безусловная оптимизация. Критерии выбора метода решения.	4	2		2/ИИ	4	1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	1. Проверка индивидуальных заданий. 2. Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
3.3 Математические методы для решения однофакторных задач.		2		2/ИИ	4	1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	1. Проверка индивидуальных заданий. 2. Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3

3.4 Математические методы для решения многофакторных задач. Аналитические методы. Численные методы. Критерии выбора метода и область применимости.		2		2/0,5И	12	1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	1. Проверка индивидуальных заданий. 2. Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Итого по разделу	8		8/3,5И	12				
4. Основы статистического анализа эксперимента.								
4.1 Случайные величины и законы распределения (Равномерное, Нормальное, Стюдента). Дисперсия, среднее квадратическое отклонение, доверительные интервалы и доверительная вероятность.	4	2		2/0,5И		1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	1. Проверка индивидуальных заданий. 2. Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
4.2 Подготовка к экзамену						1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Итого по разделу	2		2/0,5И					
Итого за семестр	10		10/4И	12			экзамен, кп	
Итого по дисциплине	20		30/12И	123,5			экзамен, курсовой проект	

## **5 Образовательные технологии**

1. Поиск дополнительной информации по заданной теме.
2. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.
3. Работа с электронными библиотеками.

1. Традиционные образовательные технологии, ориентированные на организацию образовательного процесса и предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к аспиранту.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическая работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности аспирантов.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция–беседа, лекция–дискуссия, лекция–конференция.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении программных сред и технических средств работы со знаниями в различных предметных областях.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. - М. : Флинта, 2011. - 271 с. - ISBN 978-5-9765-1278-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344>.

2. Павлова Т.Ю. Вычислительный эксперимент и подготовка научной публикации: учебное пособие [Электронный ресурс]. – ГОУ ВПО Кемеровский государственный университет, 2009. 84 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232451>.

3. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. В. Голубева. – СПб.: «Лань», 2013. -192 с (Учебники для вузов. Специальная литература). – Режим. доступа : [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4862](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4862) .- Загл. с экрана. -ISBN 978-5-8114-1424-6

4. Зарубин В. С. Моделирование : учебное пособие для вузов / В. С. Зарубин. - Москва: Академия, 2013. – 336 с.

Ашманов, С.А. Теория оптимизации в задачах и упражнения: учебное пособие / С.А. Ашманов, А.В. Тимохов. – 2-е изд., - СПб: изд. «Лань», 2018. – 448с.

5. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением [Электронный ресурс] / А. В. Пантелеев, Т. А. Легова. - Москва : Логос, 2011. - 424 с: ил. (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/469213> (дата обращения: 27.03.2021)

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Гринченков, Д. В. Математическая логика и теория алгоритмов для программистов [Текст] : учебное пособие / Д. В. Гринченков, С. И. Потоцкий. – М. : Кнорус, 2013. – 206 с.

2. Герасимов, А.С. Курс математической логики и теории вычислимости [Текст] : учебное пособие / А.С. Герасимов. – СПб. : Лань, 2014. – 416 с.

3. Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов : учебное пособие для вузов / Н. Г. Чикуров. - Москва: РИОР, ИНФРА-М, 2013. – 398 с.

4. Леушин И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии: учебник для вузов / И. О. Леушин. - Москва: ФОРУМ, 2015. – 206 с.

5. Бахвалов Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2013. – 240 с.

6. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: ЮРАЙТ, 2012, 343 с.

#### **в) Методические указания:**

1. Золотарев, А.А. Методы оптимизации распределительных процессов [Электронный ресурс] / А.А. Золотарев. - Москва : Инфра-Инженерия, 2014. - 160 с. - ISBN 978-5-9729-0074-9. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/520282>

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Autodesk AutoCAD 2018	учебная версия	бессрочно
STATISTICA в.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
----------------	--------

Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Лекционная аудитория ауд. 282. Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

2. Компьютерные классы Центра информационных технологий ФГБОУ ВО «МГТУ». Персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Internet, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области информатики и вычислительной техники.

3. Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки. Все классы УИТ и АСУ с персональными компьютерами, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

4. Аудиторий для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Ауд. 282 и классы УИТ и АСУ.

## Приложение 1

### **«Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся»**

В течение семестра каждый студент выполняет практические работы.

При выполнении каждой работы студент самостоятельно делает задание и по теме работы защищает теорию в виде коллоквиума.

Самостоятельная подготовка к коллоквиуму происходит в процессе подготовки ответов на теоретические вопросы по каждой теме при изучении курса.

### **Примерные аудиторные коллоквиумы**

*Коллоквиум № 1. Анализ моделируемой системы. Информационные модели для описания металлургических процессов.*

*Коллоквиум № 2. Примеры моделей для описания технологических процессов. Численный эксперимент.*

1. Определите, с каким углом сектор требуется вырезать из круглого листа жести для получения пожарного ведра конической формы с максимальным объемом.
2. Численные методы для аппроксимации, интерполяции и экстраполяции функций.
3. Численное интегрирование.
4. Численные методы решения ОДУ: схема Эйлера.
5. Численные методы систем решения ОДУ: схема Рунге-Кутты.

*Коллоквиум № 3. Примеры моделей для описания металлургических процессов. Оценка пригодности созданной модели, ее адаптация и оценка устойчивости.*

*Коллоквиум № 4. Построение, особенности применения и составления логистических моделей.*

*Коллоквиум № 5. Стохастические и имитационные модели.*

1. Определение площади фигуры методом Монте-Карло
2. Напишите программу, генерирующую случайное число по закону нормального распределения плотности вероятности.
3. Методом Монте-Карло определите площадь, заключенную между графиком функции и окружностью с центром в точке (3; 3) и радиусом  $R=3$ .
4. Имитационное решение задач минимизации затрат.
5. Имитационное моделирование производственных процессов

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

а) Планируемые результаты обучения

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии</b>		
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи в области металлургии и процессов металлообработки, используя фундаментальные знания	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Всеобщность моделирования, теория познания, иерархия моделей, примеры.</li> <li>2. Приведите примеры <b>познавательных</b> и <b>прагматических</b> моделей.</li> <li>3. Может ли один и тот же объект являться одновременно познавательной и прагматической моделью? Примеры.</li> <li>4. Приведите несколько примеров <b>динамических</b> и <b>статических</b> моделей. Может ли один и тот же объект являться динамической и статической моделью?</li> <li>5. <b>Абстрактные</b> модели, их свойства и особенности. Приведите свои примеры моделей.</li> <li>6. Прямое и косвенное подобие материальных моделей. Примеры. Особенности применения и использования.</li> <li>7. Условное подобие материальных моделей. Связь с абстрактными моделями. Понятие сигналов и кодов с точки зрения моделей.</li> <li>8. Почему отличается модель и действительность. В чем основные различия?</li> <li>9. Конечность, упрощенность, приближенность моделей.</li> <li>10. Адекватность, истинность и ложность моделей.</li> <li>11. Основные сходства между моделью и действительностью. Примеры условно истинных моделей.</li> <li>12. Динамика моделей. Их рождение, развитие и смерть. Пояснить от чего это зависит.</li> <li>13. Приведите требования к процессу моделирования для исследователя и классификация моделей.</li> <li>14. Чем аналоговая модель отличается от математической модели? Проиллюстрировать свои доводы примерами.</li> <li>15. Чем аналоговая модель отличается от физической модели? Проиллюстрировать свои доводы примерами.</li> <li>16. Назовите известные примеры моделирования с целью исследования. Как в этих условиях</li> </ol>
ОПК-1.2	Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в предметной области металлургии и металлообработки	
ОПК-1.3	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности	

		<p>обеспечивается экономичность и трудуктивность?</p> <p>17. Можно ли рассматривать студенческую лабораторную работу как модель? Если нет, то почему? Если да, что является оригиналом? Какие результаты, полученные на модели можно распространить на оригинал, а какие нет?</p> <p>18. В большинстве технологических расчетов свойств газов мы исходим из модели идеального газа, зная, что реальные газы можно описать более совершенными моделями, например модель реального газа Ван - дер – Ваальса. Объясните почему, и в каких случаях этого делать будет нельзя?</p> <p><b>Задания на решения задач из области моделирования.</b></p> <p>Пакетами прикладных программ для выполнения инженерных и научных расчетов, ориентированных на работу с массивами данных – MATLAB и Mathcad.</p> <p>Навыками решения простых прикладных задач средствами математического и имитационного моделирования.</p> <p>Навыками проведения компьютерного эксперимента.</p> <p>1. Принимая, что плотность морской воды увеличивается с глубиной <math>h</math>, км по следующей зависимости:  <math>\gamma = e^{0,004h}</math>, кг/м<sup>3</sup>. Определить где находится центр тяжести.</p> <p>2. Известна табличная зависимость теплопроводности воздуха от температуры от 275 до 500<sup>0</sup> К и давления от 0,1 до 35 МПа. Рассчитать коэффициент теплопроводности для любой температуры и давления в указанных диапазонах используя линейную интерполяцию функции двух переменных.</p>
<p><b>ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии</b></p>		
ОПК-2.1	<p>Разрабатывает все виды научно-технической, конструкторской, проектной и технологической документации, необходимой для функционирования производственных процессов в области</p>	<p>1. Почему некоторых людей мы называем <b>прагматиками</b>? Рассмотреть поведение этих людей с точки зрения теории моделирования.</p> <p>2. Какая из математических моделей материального объекта будет содержать больше параметров: <b>грубая</b> модель очень сложного объекта или очень <b>точная</b> модель сравнительно простого объекта и почему?</p> <p>3. Обычные астрономические явления могут быть предсказаны заранее (за много лет до их наступления), а точное предсказание погоды на завтра, затруднительно и во многих случаях</p>

	металлургии и металлообработки	является очень грубым, почему?
ОПК-2.2	Составляет и оформляет научно-технические отчеты, выполняет требования нормоконтроля по результатам производственной и исследовательской деятельности	<p>4. Приведите свои примеры <b>детерминированных, стохастических и смешанных</b> математических моделей из того, что вы узнали в Вузе.</p> <p>5. Специфические особенности математических моделей. Понятие математического алгоритма.</p> <p>6. Этапы математического моделирования. Рассмотреть пример с реализацией основных этапов.</p> <p>7. Основные операции над математическими моделями.</p> <p>8. Почему модель называют системным отображением оригинала?</p> <p>9. В чем проявляются трудности моделирования сложных систем? Временная асимметрия.</p> <p>10. Почему отличается модель и действительность. В чем основные различия?</p> <p>11. Конечность, упрощенность, приближенность моделей. Компьютерные модели.</p> <p>12. Адекватность, истинность и ложность моделей.</p> <p>13. Основные сходства между моделью и действительностью. Примеры условно истинных моделей.</p> <p>14. Динамика моделей. Их рождение, развитие и смерть. Пояснить от чего это зависит.</p> <p>15. Обсудить различия в модели, связанной с лошадью с позиции крестьянина, жокея, кавалериста, скульптора, коневода, повара. Задача обсуждения – иллюстрация целевого характера моделей.</p> <p>16. Рассмотрите ваше любимое стихотворение или песню как модель действительности. Что в этой модели истинно, а что ложно?</p> <p>17. Обсудить реальные и абстрактные аспекты дорожных знаков и карты местности, т.е. моделей условного подобия.</p> <p>18. Если условное подобие моделей определяется соглашением, то чем ограничена свобода выбора моделей условного подобия?</p> <p>19. Экстрасенс, делая пассы руками, снимает боль у пациента и объясняя это взаимодействием своего и пациента биополя. Обсудите соотношение адекватности, ложности и истинности модели, предложенной экстрасенсом.</p> <p>20. Алхимики утверждали, что первооснова всех вещей в природе – вода, огонь и золото. В своих трудах они при этом сделали немало открытий, например, выделили ртуть и научились получать ряд других полезных веществ, которыми люди пользуются до сих пор. Почему при ложности предположений им удалось получить полезные открытия?</p> <p>21. Французский естествоиспытатель С.Карно</p>
ОПК-2.3	Выполняет обзоры научно-технической информации различных категорий, подготавливает публикации и рецензии по тематике профессиональной деятельности в области металлургии и металлообработки	

рассматривал процессы, происходящие в машине, как сжатие, расширение и течение «тепловой жидкости». Тепловые процессы он связывал с гидромеханическими течениями с участием теплорода. Почему он смог создать гениальную теорию тепловых процессов, которая лежит в основе современной термодинамики?

**Примерные практические задания**

1. Какая модель используется для решения следующей задачи: завод производит три вида продукции, каждый из которых требует затрат времени на обработку на токарном, фрезерном и сверлильном станках. Количество машинного времени для каждого из станков ограничено. Пусть  $c_1, c_2, c_3$  – прибыль от реализации единицы соответствующего вида продукции. Требуется определить, какое количество каждого вида продукции необходимо производить в течение заданного интервала времени, чтобы получить максимальную прибыль.

- a. Линейное программирование
- b. Нелинейное программирование
- c. Квадратичное программирование
- d. Дискретное программирование
- e. Динамическое программирование

2. Задачи принятия решения, где критерий оптимальности и ограничения не зависят от времени, называют:

- a. Динамические
- b. Статические
- c. Игровые
- d. Неопределённые

2. Какому методу математического программирования соответствует постановка задачи: Найти  $F(x) = \max (cTx)$  при условии  $AX \leq B; X \geq 0, X = (x_1, \dots, x_n) \in D$ , где  $D$  – некоторое множество  $R(n)$ , которое является конечным или счетным

- a. Линейное программирование
- b. Нелинейное программирование
- c. Квадратичное программирование
- d. Дискретное программирование
- e. Динамическое программирование

3. Система характеризуется наличием

- a. Компонентов и связей между ними
- b. Компонентов, связей между ними и цели функционирования
- c. Компонентов, параметров компонентов, связей, структуры, цели функционирования, законов, правил и операций функционирования

4. Какую модель можно использовать для решения задачи в следующей постановке: найти значения переменных  $x_1, \dots, x_n$ , доставляющие оптимум заданной линейной формы при выполнении системы ограничений, представляющих также линейные формы

- a. Симплекс-метод

		<p>b. Метод ветвей и границ  с. Метод множителей Лагранжа</p> <p>5. Какое из следующих утверждений о формулировке двойственных задач является неверным?</p> <p>a. Если прямая задача является задачей максимизации, то двойственная задача будет задачей минимизации и наоборот;</p> <p>b. Знаки неравенств в ограничениях двойственной задачи изменяются на обратные;</p> <p>c. Двойственная задача к двойственной является прямой;</p> <p>d. Если прямая задача имеет решение, то двойственная задача может и не иметь решения.</p> <p>Провести численный эксперимент, анализ и на его основе, оценить значимость и практическую пригодность полученных результатов.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Количество света, поглощаемого при прохождении через слой воды, пропорционально толщине слоя и количеству света, падающего на поверхность слоя. При прохождении через слой толщиной 3 м поглощается половина первоначального количества света. Какая часть первоначального количества света дойдет до заданной глубины <math>z=30</math> м? Построить график зависимости световой интенсивности от <math>z</math>.</li> <li>2. Самолет движется по прямой с постоянной скоростью <math>v_1</math>. Его преследует другой самолет с постоянной скоростью <math>v_2</math>, в начальный момент находящийся на расстоянии <math>a</math> от первого по перпендикуляру к его вектору скорости. Преследующий самолет постоянно держит курс на преследуемого. Найти уравнение линии движения преследующего самолета.</li> <li>3. Построить систему дифференциальных уравнений описывающих изменение численности популяций волков, лис и зайцев, испытывающих внутривидовую и межвидовую борьбу за ресурсы. Найти численную зависимость изменения количества волков, количества лис и количества зайцев со временем, решив полученную систему методом Рунге – Кутты 4 порядка. Построить график зависимости количества волков, количества лис и количества зайцев от времени и график фазовой траектории данной динамической системы (в пространстве). При выводе уравнений математической модели учесть:</li> <li>4. При отсутствии внутривидовой и межвидовой конкуренции численность изолированной популяции зайцев возрастает, а изолированных популяций волков и лис убывает. Скорость изменения пропорциональна численности популяции в текущий момент времени</li> </ol>
--	--	---

		<p>(коэффициенты пропорциональности для зайцев, волков и лис принять равными 0,3, 0,04 и 0,01 соответственно);</p> <p>При взаимодействии зайцев с волками численность зайцев убывает, а численность волков возрастает со скоростью пропорциональной количеству встреч зайцев с волками (принять за произведение численностей зайцев и волков в текущий момент времени, коэффициенты пропорциональности для зайцев и волков принять равными 0,04);</p>
--	--	---

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Математическое моделирование и оптимизация технологий металлургического производства» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

### **Курсовой проект, его характеристика (цели и задачи), примерная тематика**

Целью курсового проекта является закрепление и углубление знаний по методам моделирования процессов и объектов в металлургии и оптимизации принимаемых решений, приобретение навыков практического использования наиболее распространенных методов решения оптимизационных задач. В задачи курсового проекта по дисциплине входит:

1) формирование социальных компетенций (способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные информационные технологии, ответственность); 2) развитие у студентов навыков научно-исследовательской работы в области исследования процессов, протекающих при производстве и обработке металлов и их сплавов, постановки и проведения вычислительного эксперимента с помощью современных компьютерных технологий, принятия экономически и технически обоснованных решений; 3) анализ научно-технической литературы в вопросах моделирования, численных методов и программирования, а также стандартов, справочников, технической документации к программному обеспечению ЭВМ и т. д. Тема курсового проекта определяется руководителем, и, как правило, связана с решением конкретных технологических задач по специальности. Совместно с руководителем составляется план работы и календарный график его выполнения.

Примерный перечень тем проекта:

1. Определить зависимость механических свойств латуни ЛН65-5 от степени деформации. Исходный материал – проволока мягкая диаметром от 0,25 мм и более. Спрогнозировать относительное удлинение  $\delta$ , %, и предел прочности при растяжении  $\sigma_B$ , кгс/мм<sup>2</sup>, при деформации на 80 %.
2. Определить зависимость механических свойств латуни ЛН65-5 от степени деформации. Исходный материал трубки – манометрические с толщиной стенки 2 мм. Спрогнозировать относительное удлинение  $\delta$ , %, и предел прочности при растяжении  $\sigma_B$ , кгс/мм<sup>2</sup>, при деформации на 70 %.
3. Определить зависимость механических свойств латуни ЛО70-1 от температуры отжига. Продолжительность отжига 1 ч. Исходный материал – трубы конденсаторные, деформированные на 50 %. Спрогнозировать относительное удлинение  $\delta$ , %, и предел прочности при растяжении  $\sigma_B$ , кгс/мм<sup>2</sup>, при 700 °С.
4. Определить зависимость механических свойств латуни ЛО90-1 от температуры отжига. Продолжительность отжига 1 ч. Исходный материал – полосы толщиной 3 мм, деформированные на 60 %. Спрогнозировать относительное удлинение  $\delta$ , %, и предел прочности при растяжении  $\sigma_B$ , кгс/мм<sup>2</sup>, при 800 °С.