



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
А.В. Ярославцев

01.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Направление подготовки (специальность)
22.04.02 Metallurgy

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
2025 год

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Цифровые двойники в обработке материалов

21.01.2025, протокол № 1

Зав. кафедрой

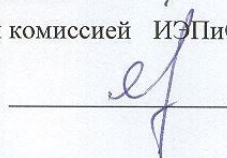


М.И. Румянцев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭПиОО

01.02.2025 г. протокол № 1

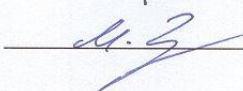
Председатель



А.В. Ярославцев

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ВТиП,
Зарецкий



М.В.

Рецензент:

профессор кафедры МиХТ, д-р техн. наук



В.А. Бигеев

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 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 2027 - 2028 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 синтеза 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

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, субъект и оригинал.								
1.1 Физическое моделирование технологических процессов. Теория подобия как научная основа физического моделирования. Преимущества и недостатки. Примеры физических моделей.	3	2		2	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.		4		6	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	10	1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2.	1. Проверка индивидуальных заданий. 2. Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2,

						Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.		ОПК-2.3
Итого по разделу		8		12	51,5			
2. Системный анализ								
2.1 Определение системы. Технологические процессы и объекты как технические системы.	3	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.				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 характеристик. Оператор перехода.				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	Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3

						литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.		
Итого по разделу		2		8	60			
Итого за семестр		10		20	111,5		экзамен	
3. Математические методы оптимизации процессов и объектов в металлургии								
3.1 Формализация задачи оптимизации и ее постановка в математической форме.	4	2		2	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.		2		2	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	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		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	12			
4. Основы статистического анализа эксперимента.								
4.1 Случайные величины и законы распределения (Равномерное, Нормальное, Стьюдента). Дисперсия, среднее квадратическое отклонение, доверительные интервалы и доверительная вероятность.	4	2		2		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				
Итого за семестр		10		10	12		экзамен, кп	
Итого по дисциплине		20		30	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 средств 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

а) Основная литература:

1. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/518435> (дата обращения: 03.05.2023).

б) Дополнительная литература:

1. Маликов, Р. Ф. Основы математического моделирования : учебное пособие для вузов / Р. Ф. Маликов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 403 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15279-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/520383> (дата обращения: 03.05.2023).

2. Боев, В. Д. Моделирование в среде AnyLogic : учебное пособие для вузов / В. Д. Боев. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 298 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02560-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/514023> (дата обращения: 03.05.2023).

в) Методические указания:

1. Моделирование процессов и систем : учебник и практикум для вузов / Е. В. Стельмашонок, В. Л. Стельмашонок, Л. А. Еникеева, С. А. Соколовская ; под редакцией Е. В. Стельмашонок. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 289 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04653-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511904> (дата обращения: 03.05.2023).

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое ПО	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	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

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

Приложение 2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине «Математическое моделирование и оптимизация технологий металлургического производства». Проводится в форме двух экзаменов.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
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	Перечень теоретических вопросов к экзамену 1. Всеобщность моделирования, теория познания, иерархия моделей, примеры. 2. Приведите примеры познавательных и

	процессов металлообработки, используя фундаментальные знания	прагматических моделей. 3. Может ли один и тот же объект являться одновременно познавательной и прагматической моделью? Примеры. 4. Приведите несколько примеров динамических и статических моделей. Может ли один и тот же объект являться динамической и статической моделью? 5. Абстрактные модели, их свойства и особенности. Приведите свои примеры моделей. 6. Прямое и косвенное подобие материальных моделей. Примеры. Особенности применения и использования. 7. Условное подобие материальных моделей. Связь с абстрактными моделями. Понятие сигналов и кодов с точки зрения моделей. 8. Почему отличается модель и действительность. В чем основные различия? 9. Конечность, упрощенность, приближенность моделей. 10. Адекватность, истинность и ложность моделей. 11. Основные сходства между моделью и действительностью. Примеры условно истинных моделей. 12. Динамика моделей. Их рождение, развитие и смерть. Пояснить от чего это зависит. 13. Приведите требования к процессу моделирования для исследователя и классификация моделей. 14. Чем аналоговая модель отличается от математической модели? Проиллюстрировать свои доводы примерами. 15. Чем аналоговая модель отличается от физической модели? Проиллюстрировать свои доводы примерами. 16. Назовите известные примеры моделирования с целью исследования. Как в этих условиях обеспечивается экономичность и трудоемкость? 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? 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? Задания на решения задач из области моделирования. Пакетами прикладных программ для выполнения
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	

		инженерных и научных расчетов, ориентированных на работу с массивами данных – MATLAB и Mathcad. Навыками решения простых прикладных задач средствами математического и имитационного моделирования. Навыками проведения компьютерного эксперимента. 1. Принимая, что плотность морской воды увеличивается с глубиной h, км по следующей зависимости: $\gamma = e^{0,004h}$, кг/м³. Определить где находится центр тяжести. 2. Известна табличная зависимость теплопроводности воздуха от температуры от 275 до 500⁰ 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.
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	1. Почему некоторых людей мы называем прагматиками? Рассмотреть поведение этих людей с точки зрения теории моделирования. 2. Какая из математических моделей материального объекта будет содержать больше параметров: грубая модель очень сложного объекта или очень точная модель сравнительно простого объекта и почему? 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 является очень грубым, почему? 4. Приведите свои примеры детерминированных, стохастических и смешанных математических моделей из того, что вы узнали в Вузе.
ОПК-2.2	Составляет и оформляет научно-технические отчеты, выполняет требования нормоконтроля по результатам производственной и	5. Специфические особенности математических моделей. Понятие математического алгоритма. 6. Этапы математического моделирования. Рассмотреть пример с реализацией основных этапов. 7. Основные операции над математическими моделями. 8. Почему модель называют системным

	исследовательской деятельности	отображением оригинала? 9. В чем проявляются трудности моделирования сложных систем? Временная асимметрия. 10. Почему отличается модель и действительность. В чем основные различия? 11. Конечность, упрощенность, приближенность моделей. Компьютерные модели. 12. Адекватность, истинность и ложность моделей. 13. Основные сходства между моделью и действительностью. Примеры условно истинных моделей. 14. Динамика моделей. Их рождение, развитие и смерть. Пояснить от чего это зависит. 15. Обсудить различия в модели, связанной с лошастью с позиции крестьянина, жокея, кавалериста, скульптора, коневода, повара. Задача обсуждения – иллюстрация целевого характера моделей. 16. Рассмотрите ваше любимое стихотворение или песню как модель действительности. Что в этой модели истинно, а что ложно? 17. Обсудить реальные и абстрактные аспекты дорожных знаков и карты местности, т.е. моделей условного подобия. 18. Если условное подобие моделей определяется соглашением, то чем ограничена свобода выбора моделей условного подобия? 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. 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? 21. Французский естествоиспытатель С.Карно 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
ОПК-2.3	Выполняет обзоры научно-технической информации различных категорий, подготавливает публикации и рецензии по тематике профессиональной деятельности в области металлургии и металлообработки	

		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 b. Метод ветвей и границ c. Метод множителей Лагранжа 5. Какое из следующих утверждений о формулировке двойственных задач является неверным? a. Если прямая задача является задачей максимизации, то двойственная задача будет задачей минимизации и наоборот; b. Знаки неравенств в ограничениях двойственной задачи изменяются на обратные; c. Двойственная задача к двойственной является прямой; d. Если прямая задача имеет решение, то двойственная
--	--	--

		задача может и не иметь решения. Провести численный эксперимент, анализ и на его основе, оценить значимость и практическую пригодность полученных результатов. 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 $z=30$ м? Построить график зависимости световой интенсивности от z. Самолет движется по прямой с постоянной скоростью v_1. Его преследует другой самолет с постоянной скоростью v_2, в начальный момент находящийся на расстоянии a от первого по перпендикуляру к его вектора скорости. Преследующий самолет постоянно держит курс на преследуемого. Найти уравнение линии движения преследующего самолета. 1. 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: 2. 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 (коэффициенты пропорциональности для зайцев, волков и лис принять равными 0,3, 0,04 и 0,01 соответственно); 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);
--	--	--

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 δ , %, и предел прочности при растяжении σ_B , кгс/мм², 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 δ , %, и предел прочности при растяжении σ_B , кгс/мм², 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 δ , %, и предел

прочности при растяжении σ в, кгс/мм², 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 δ , %, и предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм², при 800 °С.