



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор Филиал в г. Белорецк
Д.Р. Хамзина

10.09.2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ В МЕТАЛЛУРГИИ

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 Metallurgy

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Филиал в г. Белорецк
Кафедра	Металлургии и стандартизации
Курс	3

Магнитогорск
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallurgy and Standardization

03.09.2019, протокол № 1

Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филиал в г. Белорезк

10.09.2019 г. протокол № 1

Председатель  Д.Р. Хамзина

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры МиС, канд. техн. наук



А.Б. Иванцов


Рецензент: Ведущий инженер-технолог ЦИЛ БМК,
канд. техн. наук



М.Г. Кузнецов

Лист актуализации программы

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2019 - 2020 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от 3 09 2020 г. № 1
Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Головизнин

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Головизнин

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Головизнин

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Головизнин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Моделирование процессов и объектов в металлургии» является изучение студентами основных положений моделирования, теории подобия применительно к вопросам математического и физического моделирования, методов планирования эксперимента и решения оптимизационных задач и их применения в изучении технологических процессов производства и обработки металлов и сплавов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Моделирование процессов и объектов в металлургии входит в базовую часть учебного плана образовательной программы.

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

- Планирование эксперимента
- Проектная деятельность
- Продвижение научной продукции
- Химия
- Физика

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

- Продвижение научной продукции
- Проектная деятельность
- КНИР
- Новые технологические решения в процессах ОМД
- Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Моделирование процессов и объектов в металлургии» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-5	способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов
Знать	основные математические, физические, химические и др. положения, законы и т.п. сведения, необходимые для применения в области моделирования процессов ОМД.

Уметь	применять физико-математические методы моделирования процессов ОМД для проектирования изделий и технологических процессов в машиностроении с применением стандартных программных средств.
Владеть	навыками разработки новых и применения стандартных программных средств на базе физико-математических моделей области моделирования процессов ОМД.
ПК-11 готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии	
Знать	называть структурные характеристики понятий
Уметь	производить оценку уровня брака, анализировать его причины и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению
Владеть	навыками организации обслуживания технологического оборудования, составления необходимой технической и нормативной документации
ОПК-4 готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	
Знать	определения самоорганизации понятий, называет их структурные характеристики
Уметь	уметь использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
Владеть	готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 12,9 акад. часов;
- аудиторная – 10 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 122,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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. 1. Введение.								
1.1 1.1 Основные понятия мо-делирования. Назначение и функции моделей. Свойства мо-делей. Классификация моделей.	3	0,5			10	самостоя- тельная подготовка по теме урока	входной контроль	ПК-5
1.2 1.2 Структура процесса моделирования. Цели модели-рования процессов и объектов в металлургии.			1		10		устный оп-рос	ПК-5
Итого по разделу		0,5	1		20			
2. 2. Классификация математических моделей.								
2.1 2.1 Понятие математиче-ской модели. Классификация в зависимости от сложности объ-екта моделирования. Классифи-кация в зависимости от опера-тора модели.	3	0,5			10	самостоя- тельная подготовка по теме урока	АКР	ПК-5
2.2 2.2 Классификация в зави-симости от агрегатов модели. Классификация в зависимости от целей моделирования. Клас-сификация в зависимости от методов моделирования.				1/1И	10			ПК-5
Итого по разделу		0,5	8/2И		20			
3. 3. Общие принципы и этапы построения математи-ческой модели.								

3.1 3.1 Исследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задач моделирования.	3	0,5			10			ПК-5
3.2 3.2 Математическая постановка задач моделирования. Выбор и обоснование метода решения задачи. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Вычислительный эксперимент. Адекватность модели. Анализ результатов моделирования.			1/ИИ		10			ПК-5
Итого по разделу		0,5	1/ИИ		20			
4. 4. Подобие как теоретическая основа моделирования								
4.1 4.1 Понятие и определение подобия. Инварианты или критерии подобия. Основные теоремы теории подобия. Критериальное уравнение.	3	0,5			10	самостоятельная подготовка по теме урока	АКР	ПК-5
4.2 4.2 Теоретические основы анализа размерностей. Метод Релея. Правило Фурье. Пи-теорема и ее применение для вывода критериальных уравнений, описывающих металлургические процессы. Матричный метод. Метод интегральных аналогов.				1/ИИ		10		
Итого по разделу		0,5	1/ИИ		20			
5. Экспериментально-статистические методы математического описания.	5.							

<p>5.1 5.1 Понятие случайного события и случайной величины. Числовые характеристики и математический аппарат для описания случайных величин. Эксперимент. Виды эксперимента: естественные и искусственные; однофакторные и многофакторные; активные и пассивные; лабораторные и производственные. Основы планирования эксперимента, критерии планирования, выбор варьирующих факторов, принципы отбора проб и образцов.</p>	3	0,5			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	АКР	ПК-5, ОПК-4
<p>5.2 5.2 Обработка результатов экспериментального исследования. Аппроксимация. Основные понятия дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа.</p>		1			10			ПК-5, ОПК-4
Итого по разделу	0,5	1		20				
6. 6. Оптимизация технологических процессов металлургического производства.								
<p>6.1 6.1 Основы теории оптимизации. Постановка и пути решения оптимизационных задач. Методы одномерного поиска. Метод случайного поиска. Методы многомерного поиска. Методы решения сопряженных задач. Симплекс-метод.</p>	3	0,5			10	самостоятельная подготовка по теме урока	самоотчет	ПК-5, ПК-11, ОПК-4
<p>6.2 6.2 Применение численных методов для анализа и расчета процессов, протекающих при производстве и обработке металлов и сплавов. Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Методы решения трансцендентных уравнений. Решение линейных и нелинейных систем уравнений. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.</p>		1/ИИ			10			ПК-5
Итого по разделу	0,5	1/ИИ		20				

7. 7. Построение математических моделей металлургических процессов.								
7.1 7.1 Пример построения модели конверторного процесса. Пример построения модели процесса холодной прокатки листовой стали.	3	1			2,4			ПК-5, ОПК-4
Итого по разделу		1			2,4			
8. Экзамен								
8.1 Экзамен	3							ПК-5
Итого по разделу								
Итого за семестр		4	6/4И		122,4		экзамен	
Итого по дисциплине		4	6/4И		122,4		экзамен	ПК-5,ОПК-4,ПК-11

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Моделирование процессов и объектов в металлургии» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Моделирование процессов и объектов в металлургии» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы. При проведении практических занятий используются работа в команде. Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

При изучении каждого раздела дисциплины предусматривается изложение необходимого теоретического материала на лекциях. Полученные теоретические знания подкрепляются на практических занятиях. Студенты овладевают практическими навыками при выполнении заданий в такой степени, которая позволила бы им в дальнейшем применять эти навыки в своей трудовой деятельности.

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к обучающемуся (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность обучающегося носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

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

Семинар – беседа преподавателя и обучающегося, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная 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 обучающегося.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Лекция «вдвоем» (бинарная лекция) – изложение материала в форме диалогического общения двух преподавателей (например, реконструкция диалога представителей различных научных школ, «ученого» и «практика» и т.п.).

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы,

на-правленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от обучающегося применения как научно-теоретических знаний, так и практических на-выков.

Практическое занятие на основе кейс-метода – обучение в контексте моделируе-мой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, обще-ственной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной си-туации.

3. Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятель-ность группы обучающихся, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и мето-дик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлксию.

Основные типы проектов:

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследо-вания (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем).

Творческий проект, как правило, не имеет детально проработанной структуры; учебно-познавательная деятельность обучающегося осуществляется в рамках рамочно-го задания, подчиняясь логике и интересам участников проекта, жанру конечного ре-зультата (газета, фильм, праздник, издание, экскурсия и т.п.).

Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выражен-ной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение для презентации более широкой аудитории).

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – орга-низация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проект-ной или исследовательской деятельности с использованием специализированных про-граммных сред.

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. Шишко, В.Б. Проектирование формоизменения металла при прокатке на сортовых прокатных станах : моногр. / В.Б. Шишко, В.А. Трусов, Н.А. Чиченев. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2012. – 434 с. ISBN 978-5-87623-553-4 <https://e.lanbook.com/book/117061?category=2738>
2. Основы металлургического производства : учебник / В. А. Бигеев, К. Н. Вдовин, В. М. Колокольцев [и др.] ; под общей редакцией В. М. Колокольцева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-4960-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129223> (дата обращения: 24.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Кальченко, А. А. Моделирование процессов ОМД с использованием современных программных продуктов : учебное пособие / А. А. Кальченко, К. Г. Пашенко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=2992.pdf&show=dcatalogues/1/1134932/2992.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная литература:

1/ Рябчиков М. Ю. Теория и техника инженерного эксперимента: курс лекций [Элек-тронный ресурс] : учебное пособие / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова. - Магнито-горск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1012.pdf&show=dcatalogues/1/1119225/1012.pdf&view=true>. - Макрообъект.

в) Методические указания:

1. Иванцов А.Б., Горбатов О.И. Методические указания по дисциплине «Моделиро-вание процессов и объектов в металлургии» Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», — 2009. — 38 с.

2. Иванцов А.Б. Математическое предметное и алгоритмическое моделирование: Ме-тодические указания. - Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2011. - 16 с.

3. Планы полного факторного эксперимента Иванцов А.Б., Горбатов О.И. Магнито-горск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2012, – 22 с.

4. Методы решения оптимизационных задач Гапанович В.С., Гапанович И.В. Изда-тельство Тюменский индустриальный университет (бывший Тюменский государ-ственный нефтегазовый университет) ISBN 978-5-9961-0861-9 Год 2014 Страниц 272 <https://e.lanbook.com/book/64530?category=931>

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

7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Программное обеспечение для анализа микроструктуры поверхности твердых тел	К-76-14 от 17.11.2014	бессрочно
Программное обеспечение для проектирования замещающих технологических воздействий при взаимозамене легирующих элементов в процессе проката из низколегированных сталей	К-243-12 от 18.09.2012	бессрочно
Аппаратно - программный комплекс "Многомасштабное моделирование в нанотехнологиях"	К-62-14 от 12.08.2014	бессрочно
Программное обеспечение для моделирования напряжений деформаций, в рулонном прокате, в процессе термического воздействия периодического характера	К-167-12 от 02.07.2012	бессрочно

Программное обеспечение для разработки, адаптации и расчета износа валков станов горячей прокатки и прогнозирования профиля полосы	К-324-12 от 26.11.2012	бессрочно
Виртуальный стенд системы автоматического управления технологическим параметром	свидетельство №2013612340	бессрочно
Deform3D	№173 от 20.12.2007	бессрочно
Abaqus Student Edition	свободно распространяемое ПО	бессрочно
QForm	Д-681-19 от 12.07.2019	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория (ауд.301)
 Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
 Компьютерный класс (ауд.303)
 Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
 Аудитории для самостоятельной работы: компьютерный класс; читальный зал библиотеки
 Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (ауд. 304)
 Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд.209)
 1. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
 2. Проектор
 Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (ауд.101а)
 Ремонтный инструментарий
 Слесарный инструмент;
 Мультиметр;
 Паяльник
 Специализированная мебель, стеллажи для хранения учебного оборудования

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала и выполнения домашних заданий с консультациями преподавателя.

Раздел/ тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Формы контроля
Введение		входной контроль
Классификация математических моделей		Текущий контроль
Общие принципы и этапы построения математической модели	АКР	Текущий контроль
Подобие как теоретическая основа моделирования	АКР	Текущий контроль
Экспериментально-статистические методы математического описания	АКР	Текущий контроль
Оптимизация технологических процессов металлургического производства	АКР	Текущий контроль
Построение математических моделей металлургических процессов		Текущий контроль
Итого		

Примеры задач по МПиОМ:

1. Составьте план ПФЭ 2^4 .
2. Запишите буквенное обозначение матрицы планирования ПФЭ 2^3 .
3. Получите данные ПФЭ 2^3 маятника без повтора опытов.
4. Предложите пять факторов, влияющих на искомый показатель y (процесс ОМД).
5. Определите наиболее значимые факторы процесса (процесс ОМД).
6. Предложите варианты задачи $y=f(x_1; x_2; x_3)$ для процесса ОМД.
7. Получите уравнение регрессии для данных.
8. Определите величину дисперсии для данных.
9. Найдите малозначимые факторы для достоверности $\beta=0,2$.
10. Получите корреляционное уравнение для данных
 $x=1,2; 1,4; 1,7; 1,9; 2,5; 2,7; 3,3$.
 $y=1,4; 1,5; 1,4; 1,7; 1,9; 1,7; 2,0$.
11. Составьте план ДФЭ 2^3 /или/ рассчитайте абсолютную, относительную и приведенную погрешность.
12. Создайте критерий подобия и инварианту для процесса ОМД. /или/ Создайте пластичный объект в программном комплексе Deform.
13. Отсортируйте факторы для процесса ОМД по схеме «черный ящик» /или/ Создайте объект и задайте ему программу движения в программном комплексе Deform.
14. Проведите анализ уравнения
$$T = -170.38 + 20.18 \cdot V + 20.85 \cdot Q + 4.08 \cdot \sigma - 1.51 \cdot V \cdot Q + 0.45 \cdot Q \cdot \sigma$$
где: T - температура проволоки, V - скорость проволоки, Q - степень единичного обжатия, σ - предел прочности проволоки.
/или/ Создайте и переместите объект в программном комплексе Deform.
15. Приведите пример случайных, систематических и грубых погрешностей для процесса ОМД /или/ Создайте объект, сетку и измерьте величину ячеек в программном комплексе Deform.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Основные понятия моделирования. Назначение и функции моделей.
2. Свойства моделей. Классификация моделей.
3. Структура процесса моделирования. Цели моделирования процессов и объектов в металлургии.
4. Классификация математических моделей.
5. Понятие математической модели. Классификация в зависимости от сложности объекта моделирования.
6. Классификация в зависимости от оператора модели. Классификация в зависимости от агрегатов модели.
7. Классификация в зависимости от целей моделирования. Классификация в зависимости от методов моделирования.
8. Общие принципы и этапы построения математической модели.
9. Исследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задач моделирования.
10. Математическая постановка задач моделирования. Выбор и обоснование метода решения задачи.
11. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Вычислительный эксперимент.
12. Адекватность модели. Анализ результатов моделирования.
13. Подобие как теоретическая основа моделирования.

14. Понятие и определение подобия. Инварианты или критерии подобия.
15. Основные теоремы теории подобия. Критериальное уравнение. Теоретические основы анализа размерностей. Метод Релея. Правило Фурье.
16. Пи-теорема и ее применение для вывода критериальных уравнений, описывающих металлургические процессы. Матричный метод. Метод интегральных аналогов.
17. Экспериментально-статистические методы математического описания.
18. Понятие случайного события и случайной величины.
19. Числовые характеристики и математический аппарат для описания случайных величин. Эксперимент.
20. Виды эксперимента: естественные и искусственные; однофакторные и многофакторные; активные и пассивные; лабораторные и производственные.
21. Основы планирования эксперимента, критерии планирования, выбор варьирующих факторов, принципы отбора проб и образцов.
22. Обработка результатов экспериментального исследования. Аппроксимация. Основные понятия дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа.
23. Оптимизация технологических процессов металлургического производства.
24. Основы теории оптимизации. Постановка и пути решения оптимизационных задач.
25. Методы одномерного поиска. Метод случайного поиска.
26. Методы многомерного поиска. Методы решения сопряженных задач. Симплекс-метод.
27. Применение численных методов для анализа и расчета процессов, протекающих при производстве и обработке металлов и сплавов.
28. Численное дифференцирование. Численное интегрирование.
29. Методы решения трансцендентных уравнений. Решение линейных и нелинейных систем уравнений. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.
30. Построение математических моделей металлургических процессов.
31. Пример построения модели конверторного процесса.
32. Пример построения модели процесса холодной прокатки листовой стали.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ (ЗАДАНИЙ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ) ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Вариант	Задание
1	1 фактор: m образца 2 фактор: угол α ($\approx 7-100$) 3 фактор: длина l_2 u_a : l_3 u_b : время (только для В1.2) 1 фактор: m образца 2 фактор: длина l_1 до оси 3 фактор: S сечения
2	u_a : количество циклов за 10сек (считая и доли) u_b : l_2 $_{max}$ после 10сек: количество циклов (только для В2.4-2.9) 1 фактор: m образца (например 3 и 6) 2 фактор: l расстояние от оси (максимальное и половина от максимального) 3 фактор: время t (5сек и 10сек)
3	u_a : количество оборотов (считая и доли) u_b : время t кручения 1 фактор: l_1 начального отклонения 2 фактор: расстояние l_2 до источника поля M (2см и 15см) 3 фактор: масса m (2груза и 4 груза)
4	u_a : отклонение лычки после 10сек u_b : количество циклов за 10сек (считая и доли) 1 фактор: m малого образца (с навесом и без) 2 фактор: l_1 большого образца от нуля 3 фактор: l_2 отклонения большого образца
5	u_a : l_2 $_{max}$ после 10сек u_b : количество циклов большого образца за 10сек 1 фактор: угол α поворота (10^0 и 30^0) 2 фактор: m грузов (например 2шт и 6шт) 3 фактор: l грузов от центра (максимальное и половина от максимального)
6	u_a : количество колебаний (считая и доли) за 10сек u_b : $_{max}$ угол отклонения после 10сек
7	1 фактор: площадь сечения сопротивления S_2 2 фактор: m образца (с грузом и

- без)3 фактор: начальное отклонение образца l_1
 y_a : количество циклов за 10сек y_b : max отклонение l_1 после 10сек
 1 фактор: первоначальный угол отклонения α 2 фактор: l образцов от центра 3
- 8 фактор: масса грузов m
 y_a : max угол отклонения после 10сек y_b : количество колебаний за 10сек
- 9 1 фактор: m образца 2 фактор: угол α_1 3 фактор: расстояние l_1
 y_a : l_2 y_b : $-l_2$ (отдача)
- 10 1 фактор: m образца 2 фактор: угол α_1 3 фактор: расстояние l_1
 y : l_2
- 11 1 фактор: d отверстия 2 фактор: высота падения l_1 3 фактор: количество образцов (5 и 7)
 y_a : средний бал на один образец : общее количество баллов

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Аудиторная контрольная работа №1

Анализ и классификация математических моделей в области производства и обработки металлов и сплавов

Аудиторная контрольная работа №2

Разработка математической модели конкретного технологического процесса с описанием особенностей каждого этапа моделирования

Аудиторная контрольная работа №3

Составление уравнения связи для конкретного металлургического процесса и приведение его к критериальному виду с использованием методов теории размерности

Аудиторная контрольная работа №4

Решение задач методом планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии (ПК-11)		
Знать	называть структурные характеристики <i>понятий</i>	<p>ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ</p> <p>1. Основы планирования эксперимента, критерии планирования, выбор варьирующих факторов, принципы отбора проб и образцов.</p> <p>2. Обработка результатов экспериментального исследования. Аппроксимация. Основные понятия дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа.</p> <p>3. Оптимизация технологических процессов металлургического производства.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>4. Основы теории оптимизации. Постановка и пути решения оптимизационных задач.</p> <p>5. Методы одномерного поиска. Метод случайного поиска.</p> <p>6. Методы многомерного поиска. Методы решения сопряженных задач. Симплекс-метод.</p> <p>7. Применение численных методов для анализа и расчета процессов, протекающих при производстве и обработке металлов и сплавов.</p> <p>8. Численное дифференцирование. Численное интегрирование.</p> <p>9. Методы решения трансцендентных уравнений. Решение линейных и нелинейных систем уравнений. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p>10. Построение математических моделей металлургических процессов.</p> <p>11. Пример построения модели конверторного процесса.</p> <p>12. Пример построения модели процесса холодной прокатки листовой стали.</p>
Уметь	производить оценку уровня брака, анализировать его причины и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению	<p>16. Получите уравнение регрессии для данных.</p> <p>17. Определите величину дисперсии для данных.</p> <p>18. Найдите малозначимые факторы для достоверности $\beta=0,2$.</p> <p>19. Получите корреляционное уравнение для данных $x=1,2; 1,4; 1,7; 1,9; 2,5; 2,7; 3,3$. $y=1,4; 1,5; 1,4; 1,7; 1,9; 1,7; 2,0$.</p> <p>20. Составьте план ДФЭ 2^3 /или/ рассчитайте абсолютную, относительную и приведенную погрешность.</p> <p>21. Создайте критерий подобия и инварианту для процесса ОМД. /или/ Создайте пластичный объект в программном комплексе Deform.</p> <p>22. Отсортируйте факторы для процесса ОМД по схеме «черный ящик» /или/ Создайте объект и задайте ему программу движения в программном комплексе Deform.</p> <p>23. Проведите анализ уравнения $T = -170.38 + 20.18 \cdot V + 20.85 \cdot Q + 4.08 \cdot \sigma - 1.51 \cdot$ где: T - температура проволоки, V - скорость проволоки, Q - степень единичного обжатия, σ - предел прочности проволоки. /или/ Создайте и переместите объект в программном комплексе Deform.</p> <p>24. Приведите пример случайных, систематических и грубых погрешностей для процесса ОМД /или/</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Создайте объект, сетку и измерьте величину ячеек в программном комплексе Deform.
Владеть	навыками организации обслуживания технологического оборудования, составления необходимой технической и нормативной документации	<p><i>Аудиторная контрольная работа №1</i> Анализ и классификация математических моделей в области производства и обработки металлов и сплавов</p> <p><i>Аудиторная контрольная работа №2</i> Разработка математической модели конкретного технологического процесса с описанием особенностей каждого этапа моделирования</p> <p><i>Аудиторная контрольная работа №3</i> Составление уравнения связи для конкретного металлургического процесса и приведение его к критериальному виду с использованием методов теории размерности</p> <p><i>Аудиторная контрольная работа №4</i> Решение задач методом планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент</p>
способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов (ПК-5)		
Знать	основные математические, физические, химические и др. положения, законы и т.п. сведения, необходимые для применения в области моделирования процессов ОМД.	<p>ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия моделирования. Назначение и функции моделей. 2. Свойства моделей. Классификация моделей. 3. Структура процесса моделирования. Цели моделирования процессов и объектов в металлургии. 4. Классификация математических моделей. 5. Понятие математической модели. Классификация в зависимости от сложности объекта моделирования. 6. Классификация в зависимости от оператора модели. Классификация в зависимости от агрегатов модели. 7. Классификация в зависимости от целей моделирования. Классификация в зависимости от методов моделирования. 8. Общие принципы и этапы построения математической модели. 9. Исследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задач моделирования. 10. Математическая постановка задач моделирования. Выбор и обоснование метода решения задачи. 11. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Вычислительный эксперимент. 12. Адекватность модели. Анализ результатов моделирования. 13. Подобие как теоретическая основа моделирования. 14. Понятие и определение подобия. Инварианты или

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства	
		<p>критерии подобия.</p> <p>15. Основные теоремы теории подобия. Критериальное уравнение. Теоретические основы анализа размерностей. Метод Релея. Правило Фурье.</p> <p>16. Пи-теорема и ее применение для вывода критериальных уравнений, описывающих металлургические процессы. Матричный метод. Метод интегральных аналогов.</p>	
Уметь	<p>применять физико-математические методы моделирования процессов ОМД для проектирования изделий и технологических процессов в машиностроении с применением стандартных программных средств.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Составьте план ПФЭ 2⁴. 2. Запишите буквенное обозначение матрицы планирования ПФЭ 2³. 3. Получите данные ПФЭ 2³ маятника без повтора опытов. 4. Предложите пять факторов, влияющих на искомый показатель y (процесс ОМД). 5. Определите наиболее значимые факторы процесса (процесс ОМД). 6. Предложите варианты задачи $y=f(x_1;x_2;x_3)$ для процесса ОМД. 	
Владеть	<p>навыками разработки новых и применения стандартных программных средств на базе физико-математических моделей области моделирования процессов ОМД.</p>	<p>В ар иа нт</p>	<p>Задание</p> <p>1 фактор: m образца 2 фактор: угол α ($\approx 7-100$) 3 фактор: длина l_2 u_a : l_3 u_b : время (только для В1.2)</p> <p>1 фактор: m образца 2 фактор: длина l_1 до оси 3 фактор: S сечения u_a: количество циклов за 10сек (считая и доли) u_b: l_2 max после 10сек u_c: количество циклов (только для В2.4-2.9)</p> <p>1 фактор: m образца (например 3 и 6) 2 фактор: l расстояние от оси (максимальное и половина от максимального) 3 фактор: время t (5сек и 10сек) u_a : количество оборотов (считая и доли) u_b : время t кручения</p> <p>1 фактор: l_1 начального отклонения 2 фактор: расстояние l_2 до источника поля M (2см и 15см) 3 фактор: масса m (2груза и 4 груза) u_a : отклонение лычки после 10сек u_b : количество циклов за 10сек (считая и доли)</p> <p>1 фактор: m малого образца (с навесом и без) 2 фактор: l_1 большого образца от нуля 3 фактор: l_2 отклонения большого образца</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>у_а : l_2 max после 10сек у_б : количество циклов большого образца за 10сек</p> <p>1 фактор: угол α поворота (10^0 и 30^0) 2 фактор: m грузов (например 2шт и 6шт) 3 фактор: l грузов от центра (максимальное и половина от максимального) 6 у_а : количество колебаний (считая и доли) за 10сек у_б : max угол отклонения после 10сек</p> <p>1 фактор: площадь сечения сопротивления S2 фактор: m образца (с грузом и без) 3 фактор: начальное отклонение образца l_1 7 у_а : количество циклов за 10сек у_б : max отклонение l_1 после 10сек</p> <p>1 фактор: первоначальный угол отклонения α 2 фактор: l образцов от центра 3 фактор: масса грузов m 8 у_а : max угол отклонения после 10сек у_б : количество колебаний за 10сек</p> <p>1 фактор: m образца 2 фактор: угол α_1 3 фактор: расстояние l_1 9 у_а : l_2 у_б : $-l_2$ (отдача)</p> <p>1 фактор: m образца 2 фактор: угол α_1 3 фактор: расстояние l_1 10 у : l_2</p> <p>1 фактор: d отверстия 2 фактор: высота падения l_1 3 фактор: количество образцов (5 и 7) 11 у_а : средний балл на один образец : общее количество баллов</p> <p>В ар иа нт Задание</p>
готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач (ОПК-4)		
Знать	определения самоорганизации понятий, называет их структурные характеристики	<p style="text-align: center;">ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ</p> <p>1. Виды эксперимента: естественные и искусственные; однофакторные и многофакторные; активные и пассивные; лабораторные и производственные.</p> <p>2. Основы планирования эксперимента, критерии планирования, выбор варьирующих факторов, принципы отбора проб и образцов.</p> <p>3. Обработка результатов экспериментального исследования. Аппроксимация. Основные понятия дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа.</p> <p>4. Оптимизация технологических процессов металлургического производства.</p> <p>5. Основы теории оптимизации. Постановка и пути решения оптимизационных задач.</p> <p>6. Методы одномерного поиска. Метод случайного</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства	
		<p>поиска.</p> <p>7. Методы многомерного поиска. Методы решения сопряженных задач. Симплекс-метод.</p> <p>8. Применение численных методов для анализа и расчета процессов, протекающих при производстве и обработке металлов и сплавов.</p> <p>9. Численное дифференцирование. Численное интегрирование.</p> <p>10. Методы решения трансцендентных уравнений. Решение линейных и нелинейных систем уравнений. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p>11. Построение математических моделей металлургических процессов.</p> <p>12. Пример построения модели конверторного процесса</p>	
Уметь	уметь использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Создайте критерий подобия и инварианту для процесса ОМД. /или/ Создайте пластичный объект в программном комплексе Deform. 2. Отсортируйте факторы для процесса ОМД по схеме «черный ящик» /или/ Создайте объект и задайте ему программу движения в программном комплексе Deform. 3. Проведите анализ уравнения 4. $T = -170.38 + 20.18 \cdot V + 20.85 \cdot Q + 4.08 \cdot \sigma - 1.51 \cdot V \cdot Q + 0.45 \cdot Q \cdot \sigma$ где: T - температура проволоки, V - скорость проволоки, Q - степень единичного обжатия, σ - предел прочности проволоки. 5. /или/ Создайте и переместите объект в программном комплексе Deform. 6. Приведите пример случайных, систематических и грубых погрешностей для процесса ОМД /или/ Создайте объект, сетку и измерьте величину ячеек в программном комплексе Deform. 	
Владеть	готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	Классификация математических моделей	
		Общие принципы и этапы построения математической модели	АКР
		Подобие как теоретическая основа моделирования	АКР
		Экспериментально-статистические методы математического описания	АКР
		Оптимизация технологических процессов металлургического производства	АКР
		Построение математических моделей металлургических процессов	

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

Для организации работы преподавателя, читающему данный курс необходимы следующие методические материалы:

- рабочая программа дисциплины, в которой прописаны цель и задачи изучения дисциплины, содержание и объем учебных занятий, предусмотренных рабочим учебным планом (РУП), перечень рекомендуемой литературы и средства обучения, необходимые для изучения дисциплины;

- методические указания для студентов по выполнению различных видов учебной деятельности, предусмотренных РУП;

- пакет контрольно-измерительных материалов;

В процессе преподавания дисциплины применяется традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проводятся как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

Самостоятельная работа студентов построена таким образом, что в процессе работы студенты закрепляют знания, полученные в процессе теоретического обучения, тем самым формируют профессиональные умения и навыки. Выполнение курсового проекта требует от студента анализа проблемной ситуации, выбора средств и методов ее решения, т.е. самостоятельная работа не ограничивается только усвоением теоретических знаний, она также формирует практические умения и навыки, а также умения исследовательской и творческой деятельности.

В процессе изучения дисциплины осуществляется текущий и периодический контроль за результатами освоения учебного курса. Текущий контроль осуществляется непосредственно в процессе усвоения, закрепления, обобщения и систематизации знаний, умений, владения навыками и позволяет оперативно диагностировать и корректировать, совершенствовать знания, умения и владение навыками студентов, обеспечивает стимулирование и мотивацию их деятельности на каждом занятии. Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса (собеседования).

Периодический контроль, цель которого обобщение и систематизация знаний, проверка эффективности усвоения студентами определенного, логически завершенного содержания учебного материала осуществляется в форме защиты контрольных работ, курсового проекта.

Итоговый контроль по дисциплине осуществляется в конце учебного года в форме экзамена.

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.

Курсовая работа выполняется под руководством преподавателя, в процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Математическая логика и теория алгоритмов». При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсовой работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.