

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор филиала ФГБОУ ВО  
«МГТУ» в г. Белорецке

 Д.Р. Хамзина

«31» 10 БЕ 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ В МЕТАЛЛУРГИИ**

Направление подготовки  
22.03.02 Metallurgy

Направленность программы  
Обработка металлов и сплавов давлением (метизное производство)

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Факультет (институт)	Филиал ФГБОУ ВПО «МГТУ» в г. Белорецке
Кафедра	Металлургии и стандартизации
Курс	3

Белорецк  
2018 г.



Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 4 декабря 2015 г. № 1427.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и стандартизации

« 24 » 10 2018 г., протокол № 2 .

Зав. кафедрой  /С.М. Головизнин/

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филиала ФГБОУ ВО «МГТУ» в г. Белоречке

« 31 » 10 2018 г. (протокол № 1 )

Председатель  /Д.Р. Хамзина/

Рабочая программа составлена: доцент кафедры МиС, к.т.н.



  
\_\_\_\_\_ / А.Б.Иванцов /

Рецензент:

начальник ЦЗЛ АО БМК «Мечел»  
  
\_\_\_\_\_ /И.Э. Пыхов/



**Лист регистрации изменений и дополнений**

№ п/п	Раздел РПД (модуля)	Краткое содержание изменения /дополнения	Дата, № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1	8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	3.09.2019 №1	
2	8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	3.09.2020 №1	

## 1 Цели освоения дисциплины

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.

Задачами изучения дисциплины являются:

- формирование представлений об общих методах и средствах моделирования технических устройств в металлургии;
- приобретение практических навыков моделирования технических устройств.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Моделирование процессов и объектов в металлургии» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 Металлургия, для направленности программы Обработка металлов и сплавов давлением (метизное производство).

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

- численные методы;
- анализ численной информации;
- планирование эксперимента;
- основы теории планирования эксперимента;
- метрология, стандартизация и сертификация;
- основы металлургического производства;
- материаловедение;
- теория обработки металлов давлением;
- методы исследований материалов;
- металлургическая теплотехника;
- металлургические технологии;
- теория обработки металлов давлением;

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при защите ВКР

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения:

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии (ПК-11)
Знать	называть структурные характеристики <i>понятий</i>
Уметь	производить оценку уровня брака, анализировать его причи-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	ны и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению
Владеть	навыками организации обслуживания технологического оборудования, составления необходимой технической и нормативной документации
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.
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.
готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач (ОПК-4)	
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 и содержание дисциплины

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

Раздел / тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>1. Введение.</b>	6							
1.1 Основные понятия моделирования. Назначение и функции моделей. Свойства моделей. Классификация моделей.		0,5			25	самостоятельная подготовка по теме урока	входной контроль	ПК-5 зув
1.2 Структура процесса моделирования. Цели моделирования процессов и объектов в металлургии.		0,5					устный опрос	ПК-5 зув
<b>Итого по разделу</b>		<b>1</b>			<b>25</b>			
<b>2. Классификация математических моделей.</b>								
2.1 Понятие математической модели. Классификация в зависимости от сложности объекта моделирования. Классификация в зависимости от оператора модели.		0	1		25	самостоятельная подготовка по теме урока	АКР	ПК-5 з
2.2 Классификация в зависимости от агрегатов модели. Классификация в зависимости от целей моделирования. Классификация в зависимости от методов моделирования.		0	1				устный опрос	ПК-5 зув
<b>Итого по разделу</b>		<b>0</b>	<b>2</b>		<b>25</b>			
<b>3. Общие принципы и этапы построения математической модели.</b>								
3.1 Исследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задач моделирования.		0	1				АКР	ПК-5 зув

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.	0,5	0				устный опрос	ПК-5 зу
<b>Итого по разделу</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>					
<b>4. Подобие как теоретическая основа моделирования.</b>							
4.1 Понятие и определение подобия. Инварианты или критерии подобия. Основные теоремы теории подобия. Критериальное уравнение.	0,5			25	самостоятельная подготовка по теме урока	АКР	ПК-5 зу
4.2 Теоретические основы анализа размерностей. Метод Релея. Правило Фурье. Питеорема и ее применение для вывода критериальных уравнений, описывающих металлургические процессы. Матричный метод. Метод интегральных аналогов.	0	1				устный опрос	ПК-5 зу
<b>Итого по разделу</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>		<b>25</b>			
<b>5. Экспериментально-статистические методы математического описания.</b>							
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.	0,5			25	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы	АКР	ПК-5 зу ОПК-4 зу
5.2 Обработка результатов экспериментального исследования. Аппроксимация. Основные понятия дисперсионного, корре-	0	0,5				устный опрос	ОПК-4 з

ляционного и регрессионного анализа.							
<b>Итого по разделу</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>		<b>25</b>			
<b>6. Оптимизация технологических процессов металлургического производства.</b>							
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.	0,5	0		22,4	самостоятельная подготовка по теме урока	самоотчет	ОПК-4 з ПК-11 зув
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.	0,5	0,5				самоотчет	ОПК-4 з ПК-11 зув
<b>Итого по разделу</b>	<b>1</b>	<b>0,5</b>		<b>22,4</b>			
<b>7. Построение математических моделей металлургических процессов.</b>							
7.1 Пример построения модели конверторного процесса. Пример построения модели процесса холодной прокатки листовой стали.	0,5	1				самоотчет	ОПК-4 зув
<b>Итого по разделу</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>					
<b>Итого за семестр</b>	<b>4</b>	<b>6</b>		<b>122,4</b>			
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>4</b>	<b>6</b>		<b>122,4</b>			



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, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от

обучающегося применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

Практическое занятие на основе кейс-метода – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной 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 ситуации.

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

#### **Основные типы проектов:**

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (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 рамочного задания, подчиняясь логике и интересам участников проекта, жанру конечного результата (газета, фильм, праздник, издание, экскурсия и т.п.).

Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной 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** – организация 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 проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

## **6 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
<b>Введение</b>		входной контроль
<b>Классификация математических моделей</b>		Текущий контроль
<b>Общие принципы и этапы построения математической модели</b>	АКР	Текущий контроль
<b>Подобие как теоретическая основа моделирования</b>	АКР	Текущий контроль
<b>Экспериментально-статистические методы математического описания</b>	АКР	Текущий контроль
<b>Оптимизация технологических процессов металлургического производства</b>	АКР	Текущий контроль
<b>Построение математических моделей металлургических процессов</b>		Текущий контроль
Итого		

*Примеры задач по МПиОМ:*

1. Составьте план ПФЭ 2<sup>4</sup>.
2. Запишите буквенное обозначение матрицы планирования ПФЭ 2<sup>3</sup>.
3. Получите данные ПФЭ 2<sup>3</sup> 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<sup>3</sup> /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 обжата,  $\sigma$  - 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 $\alpha$ ( $\approx 7-100$ ) 3 фактор: длина $l_2$ $u_a$ : $l_3$ $u_b$ : время (только для В1.2)
2	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)
3	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
4	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)
5	1 фактор: $m$ малого образца (с навесом и без) 2 фактор: $l_1$ большого образца от нуля 3 фактор: $l_2$ отклонения большого образца $u_a$ : $l_2$ max после 10сек $u_b$ : количество циклов большого образца за 10сек
6	1 фактор: угол $\alpha$ 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) $u_a$ : 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 $l_1$ $u_a$ : количество циклов за 10сек $u_b$ : max отклонение $l_1$ после 10сек
8	1 фактор: первоначальный угол отклонения $\alpha$ 2 фактор: $l$ образцов от центра 3 фактор: масса грузов $m$ $u_a$ : max угол отклонения после 10сек $u_b$ : количество колебаний за 10сек
9	1 фактор: $m$ образца 2 фактор: угол $\alpha_1$ 3 фактор: расстояние $l_1$ $u_a$ : $l_2$ $u_b$ : $-l_2$ (отдача)
10	1 фактор: $m$ образца 2 фактор: угол $\alpha_1$ 3 фактор: расстояние $l_1$ $u$ : $l_2$
11	1 фактор: $d$ отверстия 2 фактор: высота падения $l_1$ 3 фактор: количество образцов (5 и 7) $u_a$ : 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

## 7 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><b>ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы планирования эксперимента, критерии планирования, выбор варьирующих факторов, принципы отбора проб и образцов.</li> <li>2. Обработка результатов экспериментального исследования. Аппроксимация. Основные понятия дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа.</li> <li>3. Оптимизация технологических процессов металлургического производства.</li> <li>4. Основы теории оптимизации. Постановка и пути решения оптимизационных задач.</li> <li>5. Методы одномерного поиска. Метод случайного поиска.</li> <li>6. Методы многомерного поиска. Методы решения сопряженных задач. Симплекс-метод.</li> <li>7. Применение численных методов для анализа и расчета процессов, протекающих при производстве и обработке металлов и сплавов.</li> <li>8. Численное дифференцирование. Численное интегрирование.</li> <li>9. Методы решения трансцендентных уравнений. Решение линейных и нелинейных систем уравнений. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.</li> <li>10. Построение математических моделей металлургических процессов.</li> <li>11. Пример построения модели конверторного процесса.</li> <li>12. Пример построения модели процесса холодной прокатки листовой стали.</li> </ol>
Уметь	производить	16. Получите уравнение регрессии для данных.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	оценку уровня брака, анализировать его причины и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению	<p>17. Определите величину дисперсии для данных.</p> <p>18. Найдите малозначимые факторы для достоверности <math>\beta=0,2</math>.</p> <p>19. Получите корреляционное уравнение для данных <math>x=1,2; 1,4; 1,7; 1,9; 2,5; 2,7; 3,3</math>. <math>y=1,4; 1,5; 1,4; 1,7; 1,9; 1,7; 2,0</math>.</p> <p>20. Составьте план ДФЭ <math>2^3</math> /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 <math display="block">T = -170.38 + 20.18 \cdot V + 20.85 \cdot Q + 4.08 \cdot \sigma - 1.51</math> где: T - температура проволоки, V - скорость проволоки, Q - степень единичного обжатия, <math>\sigma</math> - 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/ Создайте объект, сетку и измерьте величину ячеек в программном комплексе Deform.</p>
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 матема-	ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>физические, физические, химические и др. положения, законы и т.п. сведения, необходимые для применения в области моделирования процессов ОМД.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия моделирования. Назначение и функции моделей.</li> <li>2. Свойства моделей. Классификация моделей.</li> <li>3. Структура процесса моделирования. Цели моделирования процессов и объектов в металлургии.</li> <li>4. Классификация математических моделей.</li> <li>5. Понятие математической модели. Классификация в зависимости от сложности объекта моделирования.</li> <li>6. Классификация в зависимости от оператора модели. Классификация в зависимости от агрегатов модели.</li> <li>7. Классификация в зависимости от целей моделирования. Классификация в зависимости от методов моделирования.</li> <li>8. Общие принципы и этапы построения математической модели.</li> <li>9. Исследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задач моделирования.</li> <li>10. Математическая постановка задач моделирования. Выбор и обоснование метода решения задачи.</li> <li>11. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Вычислительный эксперимент.</li> <li>12. Адекватность модели. Анализ результатов моделирования.</li> <li>13. Подобие как теоретическая основа моделирования.</li> <li>14. Понятие и определение подобия. Инварианты или критерии подобия.</li> <li>15. Основные теоремы теории подобия. Критериальное уравнение. Теоретические основы анализа размерностей. Метод Релея. Правило Фурье.</li> <li>16. Пи-теорема и ее применение для вывода критериальных уравнений, описывающих металлургические процессы. Матричный метод. Метод интегральных аналогов.</li> </ol>
Уметь	<p>применять физико-математические методы моделирования процессов ОМД для проектирования изделий и технологических процессов в машиностроении с применением стан-</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составьте план ПФЭ 2<sup>4</sup>.</li> <li>2. Запишите буквенное обозначение матрицы планирования ПФЭ 2<sup>3</sup>.</li> <li>3. Получите данные ПФЭ 2<sup>3</sup> маятника без повтора опытов.</li> <li>4. Предложите пять факторов, влияющих на искомый показатель <math>y</math> (процесс ОМД).</li> <li>5. Определите наиболее значимые факторы процесса (процесс ОМД).</li> <li>6. Предложите варианты задачи <math>y=f(x_1;x_2;x_3)</math> для процесса ОМД.</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства	
	дартных программных средств.		
Владеть	навыками разработки новых и применения стандартных программных средств на базе физико-математических моделей области моделирования процессов ОМД.	Вариант	Задание
		1	1 фактор: $m$ образца 2 фактор: угол $\alpha$ ( $\approx 7-100$ ) 3 фактор: длина $l_2$ $u_a$ : $l_3$ $u_b$ : время (только для В1.2)
		2	1 фактор: $m$ образца 2 фактор: длина $l_1$ до оси 3 фактор: $S$ сечения $u_a$ : количество циклов за 10сек (считая и доли) $u_b$ : $l_2$ $u_{a \max}$ после 10сек $u_c$ : количество циклов (только для В2.4-2.9)
		3	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
		4	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)
		5	1 фактор: $m$ малого образца (с навесом и без) 2 фактор: $l_1$ большого образца от нуля 3 фактор: $l_2$ отклонения большого образца $u_a$ : $l_2 \max$ после 10сек $u_b$ : количество циклов большого образца за 10сек
		6	1 фактор: угол $\alpha$ 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) $u_a$ : количество колебаний (считая и доли) за 10сек $u_b$ : $\max$ угол отклонения после 10сек
		7	1 фактор: площадь сечения сопротивления $S$ 2 фактор: $m$ образца (с грузом и без) 3 фактор: начальное отклонение образца $l_1$ $u_a$ : количество циклов за 10сек $u_b$ : $\max$ отклонение $l_1$ после 10сек
		8	1 фактор: первоначальный угол отклонения $\alpha$ 2 фактор: $l$ образцов от центра 3 фактор: масса грузов $m$ $u_a$ : $\max$ угол отклонения после 10сек $u_b$ : количество колебаний за 10сек
		9	1 фактор: $m$ образца 2 фактор: угол $\alpha_1$ 3 фактор: расстояние $l_1$ $u_a$ : $l_2$ $u_b$ : $-l_2$ (отдача)

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства	
		10	1 фактор: m образца 2 фактор: угол $\alpha$ 3 фактор: расстояние $l_1$ $y: l_2$
		11	1 фактор: d отверстия 2 фактор: высота падения $h$ 3 фактор: количество образцов (5 и 7) $y_a$ : средний балл на один образец : общее количество баллов
		Вариант	Задание
готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач (ОПК-4)			
Знать	определения самоорганизации понятий, называет их структурные характеристики	<p style="text-align: center;"><b>ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды эксперимента: естественные и искусственные; однофакторные и многофакторные; активные и пассивные; лабораторные и производственные.</li> <li>2. Основы планирования эксперимента, критерии планирования, выбор варьирующих факторов, принципы отбора проб и образцов.</li> <li>3. Обработка результатов экспериментального исследования. Аппроксимация. Основные понятия дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа.</li> <li>4. Оптимизация технологических процессов металлургического производства.</li> <li>5. Основы теории оптимизации. Постановка и пути решения оптимизационных задач.</li> <li>6. Методы одномерного поиска. Метод случайного поиска.</li> <li>7. Методы многомерного поиска. Методы решения сопряженных задач. Симплекс-метод.</li> <li>8. Применение численных методов для анализа и расчета процессов, протекающих при производстве и обработке металлов и сплавов.</li> <li>9. Численное дифференцирование. Численное интегрирование.</li> <li>10. Методы решения трансцендентных уравнений. Решение линейных и нелинейных систем уравнений. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.</li> <li>11. Построение математических моделей металлургических процессов.</li> <li>12. Пример построения модели конверторного процесса</li> </ol>	
Уметь	уметь использовать физико-	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создайте критерий подобия и инварианту для процесса ОМД. /или/ Создайте пластичный объ-</li> </ol>	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства	
	математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	<p>ект в программном комплексе Deform.</p> <p>2. Отсортируйте факторы для процесса ОМД по схеме «черный ящик» /или/ Создайте объект и задайте ему программу движения в программном комплексе Deform.</p> <p>3. Проведите анализ уравнения</p> <p>4. <math>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</math>  где: T - температура проволоки, V - скорость проволоки, Q - степень единичного обжатия, <math>\sigma</math> - предел прочности проволоки.</p> <p>5. /или/ Создайте и переместите объект в программном комплексе Deform.</p> <p>6. Приведите пример случайных, систематических и грубых погрешностей для процесса ОМД /или/ Создайте объект, сетку и измерьте величину ячеек в программном комплексе Deform.</p>	
Владеть	готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	<b>Классификация математических моделей</b>	
		<b>Общие принципы и этапы построения математической модели</b>	АКР
		<b>Подобие как теоретическая основа моделирования</b>	АКР
		<b>Экспериментально-статистические методы математического описания</b>	АКР
		<b>Оптимизация технологических процессов металлургического производства</b>	АКР
		<b>Построение математических моделей металлургических процессов</b>	

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 ра-

боты 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.



## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература:

1. Рябчиков М. Ю. Планирование эксперимента и обработка результатов измерений [Электронный ресурс] : практикум / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2013. - 141 с. : ил., гистогр., граф., схемы, табл. - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=619.pdf&show=dcatalogues/1/1107849/619.pdf&view=true> - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-0379-1.
2. Баженов Н. М. Методы одномерной и многомерной оптимизации [Электронный ресурс] : практикум по дисциплине "Моделирование систем" / Н. М. Баженов, Е. С. Рябчикова ; МГТУ, Кафедра промышленной кибернетики и систем управления. - Магнитогорск : МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1344.pdf&show=dcatalogues/1/1123747/1344.pdf&view=true> - Макрообъект.
3. Чукин М. В. Моделирование процессов обработки металлов давлением с использованием программного комплекса DEFORM-3D [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. В. Чукин, М. А. Полякова ; МГТУ, [каф. МиМТ]. - Магнитогорск, 2011. - 113 с. : ил., табл. - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=497.pdf&show=dcatalogues/1/1088078/497.pdf&view=true> - Макрообъект.

### б) Дополнительная литература:

1. Рябчиков М. Ю. Теория и техника инженерного эксперимента: курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.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 «Моделирование процессов и объектов в металлургии» Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», — 2009. — 38 с.
2. Иванцов А.Б. Математическое предметное и алгоритмическое моделирование: Методические указания. - Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2011. - 16 с.
3. Планы полного факторного эксперимента Иванцов А.Б., Горбатов О.И. Магнитогорск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2012, – 22 с.
4. Методы решения оптимизационных задач Гапанович В.С., Гапанович И.В. Издательство Тюменский индустриальный университет (бывший Тюменский государственный 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:

#### Периодические издания

1. М и ТОМ: Научно – технический и производственный журнал – ISSN 0026 - 0819
2. Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. ISSN (Print):1995-2732, ISSN (Online): 2412-9003

3. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. ISSN 0368-0797 (Print), ISSN 2410-2091 (Online)
4. Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. ISSN 0021-3438 (Print), ISSN 2412-8783 (Online)
5. Металлург. ISSN 0026-0827
6. Черные металлы.
7. Металлургические процессы и оборудование (Украина).
8. Металлы.
9. Сталь.
10. Производство проката.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. [www.mgsun.ru](http://www.mgsun.ru)
2. [www.edic.ru](http://www.edic.ru)
3. [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)
4. [www.encyclopedia.ru](http://www.encyclopedia.ru)
5. [http://www.it-n.ru/Board.aspx?cat\\_no=133205&Tmpl=Themes&BoardId=270361](http://www.it-n.ru/Board.aspx?cat_no=133205&Tmpl=Themes&BoardId=270361)
6. [http://www.it-n.ru/Board.aspx?cat\\_no=72958&Tmpl=Themes&BoardId=72961](http://www.it-n.ru/Board.aspx?cat_no=72958&Tmpl=Themes&BoardId=72961)
7. [www.trizland.ru](http://www.trizland.ru)
8. [www.triz-chance.ru](http://www.triz-chance.ru)
9. [www.trizminsk.org](http://www.trizminsk.org)
10. [trizinfo.by.ru](http://trizinfo.by.ru)

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
Windows XP, 7 (подписка Imagine Premium)	Д-1227-18 от 08.10.2018	07.10.2021
MS Office 2007	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный	Д-300-18 от 21.03.2018	28.01.2020
Ascon КОМПАС-3D	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
MathCAD v.14	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
StatSoft Statistica	К-169-09 от 16.11.2009	бессрочно
7 Zip	свободно распространяемое	бессрочно

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
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

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
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)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета</li> <li>2. Проектор</li> </ol>
<i>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (ауд.101а)</i>	<i>Ремонтный инструментарий  Слесарный инструмент;  Мультиметр;  Паяльник  Специализированная мебель, стеллажи для хранения учебного оборудования</i>