



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  
18.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ В МЕТАЛЛУРГИИ***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Обработка металлов и сплавов давлением (метизное производство)

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Филиал в г. Белорецк
Кафедра	Металлургии и стандартизации
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск  
2020 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 и стандартизации  
10.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филиал в г. Белорецк  
18.02.2020 г. протокол № 6

Председатель  Д.Р. Хамзина

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиС, канд. техн. наук



А.Б. Иванцов

Рецензент:

начальник ЦЗЛ АО БМК «Мечел»



/Л.Э. Пыхов/

## Лист актуализации программы

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_  
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 \_\_\_\_\_ 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 \_\_\_\_\_ 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 \_\_\_\_\_ 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 \_\_\_\_\_ 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:

Материаловедение

Введение в направление

Введение в специальность

Основы металлургического производства

Учебная - практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

Математика

Современный инжиниринг металлургического производства

Физика

Философия

Анализ числовой информации

Информатика и информационные технологии

Математическая статистика в металлургии

Начертательная геометрия и инженерная графика

История металлургии

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

Планирование эксперимента

Производство листового проката

Технологические процессы ОМД

Технология производства калиброванной стали

Технология производства проволоки

### **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 – 72 акад. часов;
- аудиторная – 68 акад. часов;
- внеаудиторная – 4 акад. часов
- самостоятельная работа – 36,3 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

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. 1. Введение.								
1.1 1.1 Основные понятия мо-делирования. Назначение и функции моделей. Свойства мо-делей. Классификация моделей.	6	2			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.		2					устный оп-рос	ПК-5
Итого по разделу		4			10			
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.	6	2	4		5	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.		2	4/2И					ПК-5
Итого по разделу		4	8/2И		5			
3. 3. Общие принципы и этапы построения математи-ческой модели.								

3.1 3.1 Исследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задач моделирования.	6	2	4/4И					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.		4	4/4И					ПК-5
Итого по разделу		6	8/8И					
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.	6	2			10	самостоятельная подготовка по теме урока	АКР	ПК-5
4.2 4.2 Теоретические основы анализа размерностей. Метод Рейля. Правило Фурье. Пи-теорема и ее применение для вывода критериальных уравнений, описывающих металлургические процессы. Матричный метод. Метод интегральных аналогов.		2	4/4И					ПК-5
Итого по разделу		4	4/4И		10			
5. Экспериментально-статистические методы математического описания.	5.							

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.	6	2			6,3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	АКР	ПК-5, ОПК-4
5.2 5.2 Обработка результатов экспериментального исследования. Аппроксимация. Основные понятия дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа.		2	4					ПК-5, ОПК-4
Итого по разделу		4	4		6,3			
6. 6. Оптимизация технологических процессов металлургического производства.								
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.	6	4	2		5	самостоятельная подготовка по теме урока	самоотчет	ПК-5, ПК-11, ОПК-4
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.		4	4					ПК-5
Итого по разделу		8	6		5			

7. 7. Построение математических моделей металлургических процессов.								
7.1 7.1 Пример построения модели конверторного процесса. Пример построения модели процесса холодной прокатки листовой стали.	6	4	4				ПК-5, ОПК-4	
Итого по разделу		4	4					
8. Экзамен								
8.1 Экзамен	6						ПК-5	
Итого по разделу								
Итого за семестр		34	34/14И		36,3		экзамен	
Итого по дисциплине		34	34/14И		36,3		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.informsystema.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.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 «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: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

#### **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
<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  $2^4$ .
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,  $\sigma$  - 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  $l_2$

$y_a$ :  $l_3$   $y_b$ : время (только для В1.2)

1 фактор:  $m$  образца 2 фактор: длина  $l_1$  до оси 3 фактор:  $S$  сечения

2  $y_a$ : количество циклов за 10сек (считая и доли)  $y_b$ :  $l_{2 \max}$  после 10сек  $y_c$ : 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)

$y_a$ : количество оборотов (считая и доли)  $y_b$ : 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  $y_a$ : отклонение лычки после 10сек  $y_b$ : 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

$y_a$ :  $l_{2 \max}$  после 10сек  $y_b$ : количество циклов большого образца за 10сек

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)

6  $y_a$ : количество колебаний (считая и доли) за 10сек  $y_b$ :  $\max$  угол отклонения после 10сек

1 фактор: площадь сечения сопротивления  $S$  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  $\alpha$  2 фактор:  $l$  образцов от центра 3 фактор: масса грузов  $m$

$y_a$ :  $\max$  угол отклонения после 10сек  $y_b$ : количество колебаний за 10сек

1 фактор:  $m$  образца 2 фактор: угол  $\alpha_1$  3 фактор: расстояние  $l_1$

9  $y_a$ :  $l_2$   $y_b$ :  $-l_2$  (отдача)

1 фактор:  $m$  образца 2 фактор: угол  $\alpha_1$  3 фактор: расстояние  $l_1$

10  $y$ :  $l_2$

1 фактор:  $d$  отверстия 2 фактор: высота падения  $l_1$  3 фактор: количество образцов (5 и 7)

$y_a$ : средний балл на один образец  $y_b$ : 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:

<b>Структурный элемент компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Оценочные средства</b>
готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии (ПК-11)		
Знать	называть структурные характеристики <i>понятий</i>	<b>ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ</b>  1. Основы планирования эксперимента, критерии планирования, выбор варьирующих факторов, принципы отбора проб и образцов.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>2. Обработка результатов экспериментального исследования. Аппроксимация. Основные понятия дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа.</p> <p>3. Оптимизация технологических процессов металлургического производства.</p> <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 <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>.</p> <p><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>T = -170.38 + 20.18 \cdot V + 20.85 \cdot Q + 4.08 \cdot \sigma - 1.51 \cdot V</math></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>где: <math>T</math> - температура проволоки, <math>V</math> - скорость проволоки, <math>Q</math> - степень единичного обжата, <math>\sigma</math> - предел прочности проволоки.</p> <p><i>/или/</i> Создайте и переместите объект в программном комплексе Deform.</p> <p>24. Приведите пример случайных, систематических и грубых погрешностей для процесса ОМД <i>/или/</i> Создайте объект, сетку и измерьте величину ячеек в программном комплексе Deform.</p>
Владеть	<p>навыками организации обслуживания технологического оборудования, составления необходимой технической и нормативной документации</p>	<p><i>Аудиторная контрольная работа №1</i></p> <p>Анализ и классификация математических моделей в области производства и обработки металлов и сплавов</p> <p><i>Аудиторная контрольная работа №2</i></p> <p>Разработка математической модели конкретного технологического процесса с описанием особенностей каждого этапа моделирования</p> <p><i>Аудиторная контрольная работа №3</i></p> <p>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></p> <p>Решение задач методом планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент</p>
<p>способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов (ПК-5)</p>		
Знать	<p>основные математические, физические, химические и др. положения, законы</p>	<p><b>ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ</b></p> <p>1. Основные понятия моделирования. Назначение и функции моделей.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	и т.п. сведения, необходимые для применения в области моделирования процессов ОМД.	<ol style="list-style-type: none"> <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	применять физико-математические методы моделирования процессов ОМД для проектирования изделий и технологических процессов в машиностроении с применением стандартных программных средств.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составьте план ПФЭ <math>2^4</math>.</li> <li>2. Запишите буквенное обозначение матрицы планирования ПФЭ <math>2^3</math>.</li> <li>3. Получите данные ПФЭ <math>2^3</math> 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	
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) $u_b$ : $l_{2 \max}$ 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:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства												
		<table border="1"> <tr> <td data-bbox="740 309 798 533"></td> <td data-bbox="798 309 1562 533"> <p>m образца (с грузом и без) 3 фактор: начальное отклонение образца <math>l_1</math></p> <p><math>y_a</math> : количество циклов за 10сек <math>y_b</math> : max отклонение <math>l_1</math> после 10сек</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="740 533 798 757">8</td> <td data-bbox="798 533 1562 757"> <p>1 фактор: первоначальный угол отклонения <math>\alpha</math> 2 фактор: <math>l</math> образцов от центра 3 фактор: масса грузов <math>m</math></p> <p><math>y_a</math> : max угол отклонения после 10сек <math>y_b</math> : количество колебаний за 10сек</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="740 757 798 943">9</td> <td data-bbox="798 757 1562 943"> <p>1 фактор: m образца 2 фактор: угол <math>\alpha_1</math> 3 фактор: расстояние <math>l_1</math></p> <p><math>y_a</math> : <math>l_2</math> <math>y_b</math> : <math>-l_2</math> (отдача)</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="740 943 798 1128">10</td> <td data-bbox="798 943 1562 1128"> <p>1 фактор: m образца 2 фактор: угол <math>\alpha_1</math> 3 фактор: расстояние <math>l_1</math></p> <p><math>y</math> : <math>l_2</math></p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="740 1128 798 1352">11</td> <td data-bbox="798 1128 1562 1352"> <p>1 фактор: d отверстия 2 фактор: высота падения <math>l_1</math> 3 фактор: количество образцов (5 и 7)</p> <p><math>y_a</math> : средний бал на один образец <math>y_b</math> : общее количество баллов</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="740 1352 798 1547">Вариант</td> <td data-bbox="798 1352 1562 1547">Задание</td> </tr> </table>		<p>m образца (с грузом и без) 3 фактор: начальное отклонение образца <math>l_1</math></p> <p><math>y_a</math> : количество циклов за 10сек <math>y_b</math> : max отклонение <math>l_1</math> после 10сек</p>	8	<p>1 фактор: первоначальный угол отклонения <math>\alpha</math> 2 фактор: <math>l</math> образцов от центра 3 фактор: масса грузов <math>m</math></p> <p><math>y_a</math> : max угол отклонения после 10сек <math>y_b</math> : количество колебаний за 10сек</p>	9	<p>1 фактор: m образца 2 фактор: угол <math>\alpha_1</math> 3 фактор: расстояние <math>l_1</math></p> <p><math>y_a</math> : <math>l_2</math> <math>y_b</math> : <math>-l_2</math> (отдача)</p>	10	<p>1 фактор: m образца 2 фактор: угол <math>\alpha_1</math> 3 фактор: расстояние <math>l_1</math></p> <p><math>y</math> : <math>l_2</math></p>	11	<p>1 фактор: d отверстия 2 фактор: высота падения <math>l_1</math> 3 фактор: количество образцов (5 и 7)</p> <p><math>y_a</math> : средний бал на один образец <math>y_b</math> : общее количество баллов</p>	Вариант	Задание
	<p>m образца (с грузом и без) 3 фактор: начальное отклонение образца <math>l_1</math></p> <p><math>y_a</math> : количество циклов за 10сек <math>y_b</math> : max отклонение <math>l_1</math> после 10сек</p>													
8	<p>1 фактор: первоначальный угол отклонения <math>\alpha</math> 2 фактор: <math>l</math> образцов от центра 3 фактор: масса грузов <math>m</math></p> <p><math>y_a</math> : max угол отклонения после 10сек <math>y_b</math> : количество колебаний за 10сек</p>													
9	<p>1 фактор: m образца 2 фактор: угол <math>\alpha_1</math> 3 фактор: расстояние <math>l_1</math></p> <p><math>y_a</math> : <math>l_2</math> <math>y_b</math> : <math>-l_2</math> (отдача)</p>													
10	<p>1 фактор: m образца 2 фактор: угол <math>\alpha_1</math> 3 фактор: расстояние <math>l_1</math></p> <p><math>y</math> : <math>l_2</math></p>													
11	<p>1 фактор: d отверстия 2 фактор: высота падения <math>l_1</math> 3 фактор: количество образцов (5 и 7)</p> <p><math>y_a</math> : средний бал на один образец <math>y_b</math> : общее количество баллов</p>													
Вариант	Задание													
готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач (ОПК-4)														
Знать	определения самоорганизации понятий, называет их структурные характеристики	<p align="center"><b>ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ</b></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</p>												

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства	
		<p>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 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"> <li>1. Создайте критерий подобия и инварианту для процесса ОМД. /или/ Создайте пластичный объект в программном комплексе Deform.</li> <li>2. Отсортируйте факторы для процесса ОМД по схеме «черный ящик» /или/ Создайте объект и задайте ему программу движения в программном комплексе Deform.</li> <li>3. Проведите анализ уравнения</li> <li>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.</li> <li>5. /или/ Создайте и переместите объект в программном комплексе Deform.</li> <li>6. Приведите пример случайных, систематических и грубых погрешностей для процесса ОМД /или/ Создайте объект, сетку и измерьте величину ячеек в программном комплексе Deform.</li> </ol>	
Владеть	готовностью сочетать теорию и практику для	<b>Классификация математических моделей</b>	
		<b>Общие принципы и этапы</b>	АКР

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства	
	решения инженерных задач	<b>построения математической модели</b>	
		<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 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.