



|  |  |
| --- | --- |
| **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 \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.М. Головизнин |
|  |  |
|  | |
|  |  |
|  | |
|  |  |
| Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации | |
|  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.М. Головизнин |
|  |  |
|  | |
|  |  |
|  | |
|  |  |
| Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации | |
|  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.М. Головизнин |
|  |  |
|  | |
|  |  |
|  | |
|  |  |
| Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации | |
|  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.М. Головизнин |

|  |  |
| --- | --- |
| **1** **Цели** **освоения** **дисциплины** **(модуля)** | |
| Целями освоения дисциплины «Моделирование процессов и объектов в метал-лургии» является изучение студентами основных положений моделирования, теории подобия применительно к вопросам математического и физического моделирования, методов планирования эксперимента и решения оптимизационных задач и их приме-нения 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 приме-нения 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 причи-ны 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 струк-турные характеристики |
| Уметь | уметь использовать физико-математический аппарат для ре-шения задач, возникающих в ходе профессиональной дея-тельности |
| Владеть | готовностью сочетать теорию и практику для решения ин-женерных 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 металлурии. | | 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 поста-новка задач моделирования. Выбор и обоснование метода решения задачи. Реализация ма-тематической модели в виде программы для ЭВМ. Вычисли-тельный эксперимент. Адекват-ность модели. Анализ результа-тов моделирования. | | 4 | 4/4И |  |  |  |  | ПК-5 |
| Итого по разделу | | | 6 | 8/8И |  |  |  |  |  |
| 4. 4. Подобие как теорети-ческая основа моделирования | | |  | | | | | | |
| 4.1 4.1 Понятие и определение подобия. Инварианты или кри-терии подобия. Основные тео-ремы теории подобия. Критери-альное уравнение. | | 6 | 2 |  |  | 10 | самостоятельная подготовка по теме урока | АКР | ПК-5 |
| 4.2 4.2 Теоретические основы анализа размерностей. Метод Релея. Правило Фурье. Пи-теорема и ее применение для вывода критериальных уравне-ний, описывающих металлурги-ческие процессы. Матричный метод. Метод интегральных аналогов. | | 2 | 4/4И |  |  |  |  | ПК-5 |
| Итого по разделу | | | 4 | 4/4И |  | 10 |  |  |  |
| 5. 5. Экспериментально-статистические методы мате-матического описания. | | |  | | | | | | |
| 5.1 5.1 Понятие случайного события и случайной величины. Числовые характеристики и ма-тематический аппарат для опи-сания случайных величин. Экс-перимент. Виды эксперимента: естественные и искусственные; однофакторные и многофактор-ные; активные и пассивные; ла-бораторные и производствен-ные. Основы планирования экс-перимента, критерии планиро-вания, выбор варьирующих фак-торов, принципы отбора проб и образцов. | | 6 | 2 |  |  | 6,3 | Самостоя- тельное изучение учебной и научно ли- тературы | АКР | ПК-5, ОПК-4 |
| 5.2 5.2 Обработка результатов экспериментального исследова-ния. Аппроксимация. Основные понятия дисперсионного, корре-ляционного и регрессионного анализа. | | 2 | 4 |  |  |  |  | ПК-5, ОПК-4 |
| Итого по разделу | | | 4 | 4 |  | 6,3 |  |  |  |
| 6. 6. Оптимизация технологиче-ских процессов металлургиче-ского производства. | | |  | | | | | | |
| 6.1 6.1 Основы теории оптимиза-ции. 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 | самостоя- тельная подготовка по теме урока | самоотчет | ПК-5, ПК-11, ОПК-4 |
| 6.2 6.2 Применение численных ме-тодов для анализа и расчета процессов, протекающих при производстве и обработке ме-таллов и сплавов. Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Методы реше-ния трансцендентных уравне-ний. Решение линейных и нели-нейных систем уравнений. Ре-шение обыкновенных диффе-ренциальных уравнений. | | 4 | 4 |  |  |  |  | ПК-5 |
| Итого по разделу | | | 8 | 6 |  | 5 |  |  |  |
| 7. 7. Построение математи-ческих моделей металлурги-ческих 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 образо-вательных 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» проис-ходит с использованием мультимедийного оборудования.  Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и про-блемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результа-том усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового мате-риала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы. При проведении практических занятиях используются работа в команде. Са-мостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних зада-ний, при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным ра-ботам 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 препода-вателя 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 дисципли-нарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).  Семинар – беседа преподавателя и обучающегося, обсуждение заранее подготов-ленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем ре-комендуемой 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 проблем-ных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности обучающе-гося.  Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обуче-ния:  Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку про-блемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, автор-ские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого ма-териала.  Лекция «вдвоем» (бинарная лекция) – изложение материала в форме диалогиче-ского 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, разобрать-ся 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. Пащенко ; 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 |
| Программое обеспечение для анализа микроструктуры поверхности твердых тел | К-76-14 от 17.11.2014 | бессрочно |
| Программное обеспечение для проектирования замещающих технологических воздействий при взаимозамене легирующих элементов в процессе проката из низколегированных сталей | К-243-12 от 18.09.2012 | бессрочно |
| Аппаратно - программный комплекс "Многомасштабное моделирование в нанотехнологиях" | К-62-14 от 12.08.2014 | бессрочно |
| Программное обеспечение для моделирования напряжений деформаций, в рулонном прокате, в процессе термического воздействия периодического характера | К-167-12 от 02.07.2012 | бессрочно |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Программное обеспечение для разработки, адаптации и расчета износа валков станов горячей прокатки и прогнозирования профиля полосы | | К-324-12 от 26.11.2012 | бессрочно |  |
|  | Виртуальный стенд системы автоматического управления технологическим параметром | | свидетельство №2013612340 | бессрочно |  |
|  | Deform3D | | №173 от 20.12.2007 | бессрочно |  |
|  | Abaqus Student Edition | | свободно распространяемое ПО | бессрочно |  |
|  | QForm | | Д-681-19 от 12.07.2019 | бессрочно |  |
|  |  | |  |  |  |
| **Профессиональные** **базы** **данных** **и** **информационные** **справочные** **системы** | | | | | |
|  | Название курса | | | Ссылка |  |
|  |  |
|  |  |
|  | Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | | | URL: https://elibrary.ru/project\_risc.asp |  |
|  | Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | | | URL: https://scholar.google.ru/ |  |
|  | Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам | | | URL: http://window.edu.ru/ |  |
|  | Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | | | URL: http://www1.fips.ru/ |  |
| **9** **Материально-техническое** **обеспечение** **дисциплины** **(модуля)** | | | | | |
|  |  | |  |  |  |
| Материально-техническое обеспечение дисциплины включает: | | | | | |

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

**Приложение 1**

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

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

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

*Примеры задач по МПиОМ:*

1. Составьте план ПФЭ 24.
2. Запишите буквенное обозначение матрицы планирования ПФЭ 23.
3. Получите данные ПФЭ 23 маятника без повтора опытов.
4. Предложите пять факторов, влияющих на искомый показатель *y* (процесс ОМД).
5. Определите наиболее значимые факторы процесса (процесс ОМД).
6. Предложите варианты задачи *y=f(x1;x2;x3)* для процесса ОМД.
7. Получите уравнение регрессии для данных.
8. Определите величину дисперсии для данных.
9. Найдите малозначимые факторы для достоверности β=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.

1. Составьте план ДФЭ 23 /*или*/ рассчитайте абсолютную, относительную и приведенную погрешность.
2. Создайте критерий подобия и инварианту для процесса ОМД. /*или*/ Создайте пластичный объект в программном комплексе Deform.
3. Отсортируйте факторы для процесса ОМД по схеме «черный ящик» /*или*/ Создайте объект и задайте ему программу движения в программном комплексе Deform.
4. Проведите анализ уравнения



где: T - температура проволоки, V - скорость проволоки, Q - степень единичного обжатия, - предел прочности проволоки.

/*или*/ Создайте и переместите объект в программном комплексе Deform.

1. 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 металлурии.
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 (≈7-100) 3 фактор: длина  *l*2  ya : *l*3 yb : время (только для В1.2) |
| 2 | 1 фактор: m образца 2 фактор: длина *l*1 до оси3 фактор: S сечения  ya: количество циклов за 10сек (считая и доли) yb: *l*2 max  после 10секyс: 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)  ya : количество оборотов (считая и доли) yb : время t кручения |
| 4 | 1 фактор: *l*1 начального отклонения 2 фактор: расстояние *l*2 до источника поля М (2см и 15см)3 фактор: масса m (2груза и 4 груза)  ya : отклонение лычки после 10секyb : 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  ya : *l*2 max после 10сек yb : количество циклов большого образца за 10сек |
| 6 | 1 фактор: угол α поворота (100 и300)2 фактор: m грузов (например 2шт и 6шт)3 фактор: *l* грузов от центра (максимальное и половина от максимального)  ya : количество колебаний (считая и доли) за 10сек yb : max угол отклонения после 10сек |
| 7 | 1 фактор: площадь сечения сопротивления S2 фактор: m образца (с грузом и без)3 фактор: начальное отклонение образца *l*1  ya : количество циклов за 10сек yb : max отклонение *l*1 после 10сек |
| 8 | 1 фактор: первоначальный угол отклонения α 2 фактор: *l* образцов от центра 3 фактор: масса грузов m  ya : max угол отклонения после 10сек yb : количество колебаний за 10сек |
| 9 | 1 фактор: m образца 2 фактор: угол α1 3 фактор: расстояние *l*1  ya : *l*2 yb : -*l*2 (отдача) |
| 10 | 1 фактор: m образца 2 фактор: угол α13 фактор: расстояние *l*1  y: *l*2 |
| 11 | 1 фактор: d отверстия 2 фактор: высота падения *l*13 фактор: количество образцов (5 и 7)  ya : средний бал на один образецb : общее количество баллов |

**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

*Аудиторная контрольная работа №1*

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

*Аудиторная контрольная работа №2*

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

*Аудиторная контрольная работа №3*

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

*Аудиторная контрольная работа №4*

Решение задач методом планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент

Приложение 2

# *Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации*

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

| **Структурный элемент  компетенции** | **Планируемые результаты обучения** | **Оценочные средства** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии (ПК-11) | | | | |
| Знать | называть структурные характеристики *понятий* | ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ   1. Основы планирования эксперимента, критерии планирования, выбор варьирующих факторов, принципы отбора проб и образцов. 2. Обработка результатов экспериментального исследования. Аппроксимация. Основные понятия дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа. 3. Оптимизация технологических процессов металлургического производства. 4. Основы теории оптимизации. Постановка и пути решения оптимизационных задач. 5. Методы одномерного поиска. Метод случайного поиска. 6. Методы многомерного поиска. Методы решения сопряженных задач. Симплекс-метод. 7. Применение численных методов для анализа и расчета процессов, протекающих при производстве и обработке металлов и сплавов. 8. Численное дифференцирование. Численное интегрирование. 9. Методы решения трансцендентных уравнений. Решение линейных и нелинейных систем уравнений. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. 10. Построение математических моделей металлургических процессов. 11. Пример построения модели конверторного процесса. 12. Пример построения модели процесса холодной прокатки листовой стали. | | |
| Уметь | производить оценку уровня брака, анализировать его причины и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению | 1. Получите уравнение регрессии для данных. 2. Определите величину дисперсии для данных. 3. Найдите малозначимые факторы для достоверности β=0,2. 4. 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.   1. Составьте план ДФЭ 23 /*или*/ рассчитайте абсолютную, относительную и приведенную погрешность. 2. Создайте критерий подобия и инварианту для процесса ОМД. /*или*/ Создайте пластичный объект в программном комплексе Deform. 3. Отсортируйте факторы для процесса ОМД по схеме «черный ящик» /*или*/ Создайте объект и задайте ему программу движения в программном комплексе Deform. 4. Проведите анализ уравнения     где: T - температура проволоки, V - скорость проволоки, Q - степень единичного обжатия, - предел прочности проволоки.  /*или*/ Создайте и переместите объект в программном комплексе Deform.   1. Приведите пример случайных, систематических и грубых погрешностей для процесса ОМД /*или*/ Создайте объект, сетку и измерьте величину ячеек в программном комплексе Deform. | | |
| Владеть | навыками организации обслуживания технологического оборудования, составления необходимой технической и нормативной документации | *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 | | |
| 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. | 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 металлурии. 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. | | |
| Уметь | применять физико- математические методы моделирования процессов ОМД для проектирования изделий и технологических процессов в машиностроении с применением стандартных программных средств. | 1. Составьте план ПФЭ 24. 2. Запишите буквенное обозначение матрицы планирования ПФЭ 23. 3. Получите данные ПФЭ 23 маятника без повтора опытов. 4. Предложите пять факторов, влияющих на искомый показатель *y* (процесс ОМД). 5. Определите наиболее значимые факторы процесса (процесс ОМД). 6. Предложите варианты задачи *y=f(x1;x2;x3)* для процесса ОМД. | | |
| 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 (≈7-100) 3 фактор: длина  *l*2  ya : *l*3 yb : время (только для В1.2) | |
| 2 | 1 фактор: m образца 2 фактор: длина *l*1 до оси3 фактор: S сечения  ya: количество циклов за 10сек (считая и доли) yb: *l*2 max  после 10секyс: 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)  ya : количество оборотов (считая и доли) yb : время t кручения | |
| 4 | 1 фактор: *l*1 начального отклонения 2 фактор: расстояние *l*2 до источника поля М (2см и 15см)3 фактор: масса m (2груза и 4 груза)  ya : отклонение лычки после 10секyb : 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  ya : *l*2 max после 10сек yb : количество циклов большого образца за 10сек | |
| 6 | 1 фактор: угол α поворота (100 и300)2 фактор: m грузов (например 2шт и 6шт)3 фактор: *l* грузов от центра (максимальное и половина от максимального)  ya : количество колебаний (считая и доли) за 10сек yb : max угол отклонения после 10сек | |
| 7 | 1 фактор: площадь сечения сопротивления S2 фактор: m образца (с грузом и без)3 фактор: начальное отклонение образца *l*1  ya : количество циклов за 10сек yb : max отклонение *l*1 после 10сек | |
| 8 | 1 фактор: первоначальный угол отклонения α 2 фактор: *l* образцов от центра 3 фактор: масса грузов m  ya : max угол отклонения после 10сек yb : количество колебаний за 10сек | |
| 9 | 1 фактор: m образца 2 фактор: угол α1 3 фактор: расстояние *l*1  ya : *l*2 yb : -*l*2 (отдача) | |
| 10 | 1 фактор: m образца 2 фактор: угол α13 фактор: расстояние *l*1  y: *l*2 | |
| 11 | 1 фактор: d отверстия 2 фактор: высота падения *l*13 фактор: количество образцов (5 и 7)  ya : средний бал на один образецb : общее количество баллов | |
| Вариант | Задание | |
| готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач (ОПК-4) | | | | |
| Знать | определения самоорганизации понятий, называет их структурные характеристики | ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ   1. Виды эксперимента: естественные и искусственные; однофакторные и многофакторные; активные и пассивные; лабораторные и производственные. 2. Основы планирования эксперимента, критерии планирования, выбор варьирующих факторов, принципы отбора проб и образцов. 3. Обработка результатов экспериментального исследования. Аппроксимация. Основные понятия дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа. 4. Оптимизация технологических процессов металлургического производства. 5. Основы теории оптимизации. Постановка и пути решения оптимизационных задач. 6. Методы одномерного поиска. Метод случайного поиска. 7. Методы многомерного поиска. Методы решения сопряженных задач. Симплекс-метод. 8. Применение численных методов для анализа и расчета процессов, протекающих при производстве и обработке металлов и сплавов. 9. Численное дифференцирование. Численное интегрирование. 10. Методы решения трансцендентных уравнений. Решение линейных и нелинейных систем уравнений. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. 11. Построение математических моделей металлургических процессов. 12. Пример построения модели конверторного процесса | | |
| Уметь | уметь использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности | 1. Создайте критерий подобия и инварианту для процесса ОМД. /*или*/ Создайте пластичный объект в программном комплексе Deform. 2. Отсортируйте факторы для процесса ОМД по схеме «черный ящик» /*или*/ Создайте объект и задайте ему программу движения в программном комплексе Deform. 3. Проведите анализ уравнения 4. где: T - температура проволоки, V - скорость проволоки, Q - степень единичного обжатия, - предел прочности проволоки. 5. /*или*/ Создайте и переместите объект в программном комплексе Deform. 6. Приведите пример случайных, систематических и грубых погрешностей для процесса ОМД /*или*/ Создайте объект, сетку и измерьте величину ячеек в программном комплексе Deform. | | |
| Владеть | готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач | **Классификация математических моделей** | |  |
| **Общие принципы и этапы построения математической модели** | | АКР |
| **Подобие как теоретическая основа моделирования** | | АКР |
| **Экспериментально-статистические методы математического описания** | | АКР |
| **Оптимизация технологических процессов металлургического производства** | | АКР |
| **Построение математических моделей металлургических процессов** | |  |

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

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

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

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

– пакет контрольно-измерительных материалов;

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

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

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

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

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

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

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

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

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

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

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

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

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

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