Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2023 14:58:57
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан машиностроительного факультета
_____/Е.В. Сафонов/
«13» сентября 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование технических объектов»

Направление подготовки
22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль подготовки
«Инновации в металлургии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Москва 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки **22.03.02 «Металлургия»**, профиль подготовки **«Инновации в металлургии»**

Программа дисциплины «**Моделирование технических объектов**» согласована и утверждена на заседании кафедры «Металлургия»

« 31 » августа 2022 г., протокол № 11-08

Заведующий кафедрой _____ /Шульгин А.В. /

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки **22.03.02 «Металлургия»**

_____ / Хламкова С.С. /

« 31 » августа 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии _____ / А.Вахнеев /

« 13 » 09 2022 г. Протокол: № 14-22

Присвоен регистрационный номер 22.03.02.03/65.2022

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Моделирование технических объектов» следует отнести:

– приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков разработки, усовершенствования и проектирования технологических процессов в металлургии (плавка, разливка металла, обработка металлов давлением, термическая обработка металлов) – выбор оборудования и технологического инструмента;

– обеспечение заданного уровня качества металлов и сплавов с учетом международных стандартов ИСО 9000;

– поиск оптимальных технологических решений при производстве и обработке металлов с учетом требований качества;

– подготовка студентов к производственной, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Моделирование технических объектов» следует отнести:

– расширение научного кругозора в области технологических наук, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Моделирование технических объектов» относится к числу элективных дисциплин (Б.1.2.ЭД) основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Моделирование технических объектов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части дисциплин (Б.1.1):

– Математика/

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б.1.2):

– Статистические методы в металлургии;
– Организация и планирование металлургического эксперимента;
– Современные технологии металлургических процессов.

В части элективных дисциплин (Б.1.2.ЭД):

– Методология выбора материала и технологий в металлургии;
– Автоматизация металлургических производств.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-1	Способностью решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	− знает: основы истории, философии, математики, физики, химии, информационно-коммуникационных технологий, инженерной и компьютерной графики − умеет: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования − имеет навыки: решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания
ОПК-8	Способностью понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	- знает: принципы работы информационных технологий; - умеет: использовать информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности – − имеет навыки: использовать информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности

ПК-1	Способен выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты	- Знает методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. Критерии выбора методов и методик исследований - Умеет проводить испытания, измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. Проводит расчёты и критически анализирует результаты, делает выводы. Владеет выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований. Выполняет оценки и обработки результатов исследования.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц, т.е. **180** академических часа (из них 162 часа – самостоятельная работа студентов).

Девятый семестр: лекции – 10 часов, семинары и практи ческие занятия – 8 часов, форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Моделирование технических объектов» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Девятый семестр

Организация имитационного моделирования

Задачи и содержание курса. Моделирование как сущность исследования сложных объектов. Понятие «модель». Физическое и математическое моделирование. Цели моделирования.

Системный подход или системный анализ при моделировании. Математическая модель как основа алгоритмизации компьютерного моделирования. Физическое подобие процессов деформации. Понятие и определение подобия модели и объекта.

Основы математического моделирования и методы оптимизации. Использование математических моделей и ЭВМ в металлургическом производстве.

Оптимизация технических объектов

Постановка задачи оптимизации. Условная и безусловная оптимизация. Обзор методов математического программирования. Линейное, нелинейное и целочисленное программирование.

Оптимизация объекта моделирования методами математического программирования.

Планирование эксперимента

Факторные планы при построении модели. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Построение математической модели эксперимента. Определение число возможных опытов факторного плана.

Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Проведение эксперимента и статистическая обработка его результатов.

Составление плана и матрицы полнофакторного эксперимента 2^3.

Использования факторных планов при моделировании горячей объемной штамповки металла.

Разработка эмпирического уравнения регрессии

Ошибки измерений. Оценка значимости коэффициентов модели.

Выбор математического метода и разработка моделирующего алгоритма. Построение концептуальной математической модели.

Идентификация и оценка адекватности модели.

Оценка ошибок косвенных измерений линейных размеров металла.

Расчет, построение и оценка гистограммы плотности частоты распределения результатов измерений.

Определение коэффициентов уравнения линейной регрессии.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Моделирование технических объектов» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных и внеаудиторных занятий:

– чтение лекций и семинарских занятий сопровождается показом мультимедийных лекций с помощью компьютерной и проекторной техники и иллюстрируется наглядными пособиями;

– обсуждение пройденного материала на семинарских занятиях;

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме тестирования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Моделирование технических объектов» и в целом по дисциплине составляет 20% аудиторных занятий.

Занятия лекционного типа составляют 66% от объема аудиторных занятий.

В курсе лекций преподается постоянно обновляемый материал, заимствованный из различных источников – научных статей, монографий, и т.д., что позволяет освещать последние достижения в металлургии и обработке металлов давлением, пробуждая у студентов интерес к усвоению знаний.

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют практические занятия. Они направлены на более глубокое усвоение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

В течение семестра осуществляется текущий контроль освоения дисциплины в форме устного опроса по тематике предшествующих занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,

промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Технические средства освоения дисциплины включают электронный банк данных фото- и видеоматериалов (плакатов, схем, чертежей) основных технологических процессов и специализированного механического оборудования, используемого в металлургическом производстве.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

– чтение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим и самостоятельным (контрольным) заданиям.

В девятом семестре

– подготовка к промежуточной аттестации: экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы экзаменационного билета и контрольные вопросы для проведения текущего контроля успеваемости, приведены в Приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-1	способностью решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания
ОПК-8	способностью понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
ПК-1	способностью выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-1: Применение фундаментальных знаний				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: – основы истории, философии, математики, физики, химии, информационно-коммуникационных технологий, инженерной и компьютерной графики	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: *особенности технологических процессов в металлургии*	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: *особенности технологических процессов в металлургии*. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: *особенности технологических процессов в металлургии*, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: *особенности технологических процессов в металлургии*, свободно оперирует приобретенными знаниями
уметь: - решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: *выполнять расчеты и делать выводы по результатам имитационного моделирования*	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: *выполнять расчеты и делать выводы по результатам имитационного моделирования*. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: *выполнять расчеты и делать выводы по результатам имитационного моделирования*. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: *выполнять расчеты и делать выводы по результатам имитационного моделирования*. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности
владеть: -имеет навыки: решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: *методами (этапами) планирования имитационного моделирования*	Обучающийся владеет: *методами (этапами) планирования имитационного моделирования*, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях	Обучающийся частично владеет: *методами (этапами) планирования имитационного моделирования*, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	Обучающийся в полном объеме владеет: *методами (этапами) планирования имитационного моделирования*, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности

ОПК-8: Информационно-коммуникационные технологии профессиональной

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: принципы работы информационных технологий	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: *организация информационной поддержки при управлении технологическим процессом*	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: *организация информационной поддержки при управлении технологическим процессом*. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: *организация информационной поддержки при управлении технологическим процессом*, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: *организация информационной поддержки при управлении технологическим процессом*, свободно оперирует приобретенными знаниями
уметь: использовать информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: *проводить оценку эффективности использования современных вычислительных средств при решении технологических задач металлургии*	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: *проводить оценку эффективности использования современных вычислительных средств при решении технологических задач металлургии*. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: *проводить оценку эффективности использования современных вычислительных средств при решении технологических задач металлургии*. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: *проводить оценку эффективности использования современных вычислительных средств при решении технологических задач металлургии*. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности
владеть: имеет навыки: использовать информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: *методами сбора и переработки информации при создании автоматизированной системы управления технологическим процессом*	Обучающийся владеет: *методами сбора и переработки информации при создании автоматизированной системы управления технологическим процессом*, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях	Обучающийся частично владеет: *методами сбора и переработки информации при создании автоматизированной системы управления технологическим процессом*, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	Обучающийся в полном объеме владеет: *методами сбора и переработки информации при создании автоматизированной системы управления технологическим процессом*, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «Отлично», «Хорошо», «Удовлетворительно» или «Неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Моделирование технических объектов», а также согласно результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра, выполненного преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки.

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*
Хорошо	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.*
Удовлетворительно	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.*
Неудовлетворительно	*Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

Фонды оценочных средств, представлены в Приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Агеев Н.Г. Моделирование процессов и объектов в металлургии: учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.Г. Агеев. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2016. – 108 с. – Режим доступа: http://elar.urfu.ru/handle/10995/40658 – Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

2. Морозов Ю.А., Верхов Е.Ю., Шульгин А.В. Моделирование процессов и объектов в металлургии: учебное пособие. М.: МГОУ, 2010. 121 с.

3. Гуляев Ю.Г., Чукмасов С.А., Губинский А.В. Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением. Киев: Наукова думка, 1986. 240 с.

4. Горенский Б.М. Моделирование процессов и объектов в металлургии: электрон. учебн.-метод. комплекс дисциплины [Электронный ресурс] / Б.М. Горенский [и др.]. – Электрон. дан. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2008. – Режим доступа : http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/214 – Загл. с экрана.

5. Алиферов А.И. Математическое моделирование и проведение натурного эксперимента: электрон. учебн.-метод. комплекс дисциплины [Электронный ресурс] / А.И. Алиферов [и др.]. – Электрон. дан. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2007. – Режим доступа: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/162 – Загл. с экрана.

6. Компьютерное моделирование: электрон. учебн.-метод. комплекс дисциплины [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2007. – Режим доступа : http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/4 – Загл. с экрана.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://lib.mami.ru в разделе «Электронные ресурсы».

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

– Физическое моделирование процессов перемешивания металла в конвертере с комбинированной продувкой
http://uas.su/articles/steelmaking/00003/00003.php

– Инженерные программы: ТЕСИС

http://www.tesis.com.ru/software/deform/DEFORM

– Основы новых компьютерных технологий в металлургии

http://www.qform3d.ru/QuantorForm

– Статьи LS-DYNA по конечно-элементному анализу процессов обработки давлением

http://dynaomd.ru/statya.htm

– Металлургические процессы

http://starkproject.com/metal/nonferrous-metallurgy/1893-metallurgical-processes.html

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория и лаборатории кафедры «Металлургия» ав1204, ав1205, ав1206, ав1206а оснащены стендами и наглядными пособиями, лабораторной и экспериментальной оснасткой, контрольно-измерительными приборами, компьютерной и проекторной техникой, современным программным обеспечением. Их применение позволяет вести полноценный учебный процесс, проводить лабораторные и практические занятия, а также заниматься с участием студентов компьютерным моделированием процессов и объектов в металлургии и ОМД, прививая обучающимся навыки к самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

Лекционные занятия проводятся с использованием мультимедийной техники, для чего используется портативный компьютер и мультимедиа-проектор. Иллюстративный материал готовится с использованием программ PowerPoint и отображается в процессе чтения лекций.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Для максимальной индивидуализации деятельности студента, Учебным планом предусматривается время для самостоятельной работы.

Среди основных видов самостоятельной работы традиционно выделяют: творческую деятельность студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке к лекциям, семинарским и практическим занятиям, зачетам и экзаменам, презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ; участие в научной работе и пр.

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

Для расширения знаний следует использовать также сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, такими как www.anticor.ru, http://www.naukaran.ru, http://www.maik.ru и другими, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

10. Методические рекомендации для преподавателя

При организации учебных занятий (лекций, семинаров, практических занятий, лабораторных, самостоятельных и выпускных работ, а также курсового проектирования) следует использовать элементы интерактивного обучения на всех этапах для вовлечения студентов в процесс познания. Для этого целесообразно использовать следующие формы:

– диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и студента;

– моделирование, то есть воспроизведение в условиях обучения по данной дисциплине процессов, происходящих в реальности;

– компьютеризация обучения для интенсификации и расширения возможностей образовательного процесса;

– использование средств наглядности: стенды с комплектом учебно-методической литературы, плакаты по темам, натурные образцы, мультимедийные системы, картотеку учебных видеослайдов и видеофильмов и др.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **22.03.02 Металлургия**.

Зведующий кафедрой
доцент, к.т. н. _____ / А.В. Шульгин /

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «**Моделирование технических объектов**»
по направлению подготовки
22.03.02 Металлургия
(бакалавр)

№ п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб.	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Девятый семестр														
1.1	**Организация имитационного моделирования** Задачи и содержание курса. Моделирование как сущность исследования сложных объектов. Понятие «модель». Физическое и математическое моделирование. Цели моделирования. Системный подход или системный анализ при моделировании. Математическая модель как основа алгоритмизации компьютерного моделирования. Физическое подобие процессов деформации. Понятие и определение подобия модели и объекта. Основы математического моделирования и методы оптимизации. Использование математических моделей и ЭВМ в металлургическом производстве.	9	1-3	6	–	–	16								
1.2	**Оптимизация технических объектов** Постановка задачи оптимизации. Условная и безусловная оптимизация. Обзор методов математического программирования. Линейное, нелинейное и целочисленное программирование. Оптимизация объекта моделирования методами математического программирования.	9	4-6	6	–	–	16								

1.3	**Планирование эксперимента** Факторные планы при построении модели. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Построение математической модели эксперимента. Определение число возможных опытов факторного плана. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Проведение эксперимента и статистическая обработка его результатов.	9	7-9	6	–	–	16								
1.4	*Составление плана и матрицы полнофакторного эксперимента* 2^3	9	10	–	3		16								
1.5	*Использования факторных планов при моделировании горячей объемной штамповки металла*	9	11	–	3	–	16								
1.6	**Разработка эмпирического уравнения регрессии** Ошибки измерений. Оценка значимости коэффициентов модели. Выбор математического метода и разработка моделирующего алгоритма. Построение концептуальной математической модели. Идентификация и оценка адекватности модели.	9	12-14	-	–	–	16								
1.7	*Оценка ошибок косвенных измерений линейных размеров металла*	9	15	–	3	–	16								
1.8	*Расчет, построение и оценка гистограммы плотности частоты распределения результатов измерений*	9	16; 17	–	6	–	16								
1.9	*Определение коэффициентов уравнения линейной регрессии*	9	18	–	3	–	16								
	Форма аттестации		19-21											Э	
	Всего часов по дисциплине в девятом семестре		–	**18**	**18**	–	**144**							+	
	Всего часов по дисциплине в девятом семестре		–	**18**	**18**	–	**144**							+	

Приложение 2
к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОГНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

ОП (профиль): «Инновации в металлургии»

Форма обучения: очно-заочная

Вид профессиональной деятельности: (согласно ФГОС ВО)

Кафедра: Металлургия

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

- вариант экзаменационного билета;
- вопросы для коллоквиумов, собеседования;
- перечень вопросов на экзамен.

Москва, 2022 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ					
ФГОС ВО **22.03.02** «**Металлургия**»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-1	Применение фундаментальных знаний	**знать:** – методы и приемы поиска необходимой информации в области металлургии с использованием современных электронных библиотек и ресурсов сети Интернет; **уметь:** – критически оценивать и делать выводы по результатам имитационного моделирования; **владеть:** – основными этапами планирования и проведения имитационного моделирования, оформлением отчетов и документов по научно-исследовательской деятельности.	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	К, УО	**Базовый уровень**: – владеет теоретическими основами и методологией математико-металлургического эксперимента. **Повышенный уровень**: – способен применять правила и приемы математического аппарата планирования эксперимента и обработки опытных данных на объектах металлургических производств.
ОПК-8	Информационно-коммуникационные технологии профессиональной деятельности	**знать:** – основные положения информатики, дающие возможность использования информационно-	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	К, УО	**Базовый уровень**: – владеет структурой локальных и глобальных компьютерных сетей; принципами реализации и

		коммуникационных технологий для практической поддержки технических и управленческих решений; **уметь:** – формулировать и решать задачи, требующие использования современных вычислительных средств, информационных технологий и программного обеспечения; – использовать навыки проектирования баз данных при разработке информационных систем и взаимодействующих с ними приложений; **владеть:** – основными методами переработки информации в технологических схемах автоматического регулирования и управления металлургическими процессами.			функционирования информационных технологий. **Повышенный уровень**: – владеет навыками разработки электронных документов с применением стандартных программных пакетов при решении математических задач в своей области.

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Приложение А

Перечень оценочных средств по дисциплине
«Моделирование технических объектов»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Коллоквиум (К)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования педагогического работника с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Устный опрос, собеседование (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

Приложение Б

Оформление и описание оценочных средств

Экзаменационные билеты

1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Моделирование технических объектов»
2. В билет включено три задания:
   Задание 1. Вопрос для проверки теоретических знаний.
   Задание 2. Вопрос для проверки умения применять теоретические знания;
   Задание 3. Вопрос для проверки навыков использования теоретических знаний.
3. Комплект экзаменационных билетов включает 20 билетов (прилагаются).
4. Регламент экзамена: - время на подготовку тезисов ответов – до 40 мин;
   - способ контроля: устные ответы.
5. Шкала оценивания:

«Экзамен» оценивается по четырехуровневой системе.

Оценка «**Отлично**» – если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения.

Оценка «**Хорошо**» – если студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

Оценка «**Удовлетворительно**» – если студент освоил только основной материал программы, но не знает отдельных тем, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

Оценка «**Неудовлетворительно**» – если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьезные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Каждое задание экзаменационного билета оценивается отдельно. Общей оценкой является среднее значение, округленное до целого значения.

Вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Моделирование технических объектов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. **Какую цель преследует экспериментатор, обрабатывая статистическими методами результаты измерений?**

2. **Какова последовательность расчета и построения автокорреляционной функции экспериментальной кривой случайного процесса?**

3. **Методы и математические зависимости расчета результатов и оценок точности измерения при эксперименте.**

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)
Направление подготовки:
22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ
ОП (профиль): «Инновации в металлургии»

Кафедра «Металлургия»
(наименование кафедры)

Вопросы для коллоквиумов, собеседования

по дисциплине «Моделирование технических объектов»
(наименование дисциплины)

Раздел 1. Организация имитационного моделирования

1. Каким образом моделирование позволяет проводить исследование сложных объектов?

(ОПК-1)
2. Как Вы понимаете термин «модель»? (ОПК-1)
3. Охарактеризуйте понятия физического и математического моделирования. (ОПК-8)
4. В чем заключаются цели моделирования? (ПК-1)
5. Охарактеризуйте развитие математического моделирования до компьютерных систем автоматизированного проектирования (моделирования). (ОПК-8)
6. В чем заключается физическое подобие процессов деформации? (ОПК-8)
7. Как устанавливается подобие модели и объекта? (ПК-1)
8. Какую роль играет математическое моделирование при оптимизации технических объектов? (ОПК-1, ОПК-8)

Раздел 2. Оптимизация технических объектов

1. В чем заключается постановка задачи оптимизации? (ОПК-1)
2. Условная и безусловная оптимизация. (ОПК-1)
3. Какие Вы знаете методы математического программирования? (ОПК-8)
4. Как происходит оптимизация объекта моделирования методами математического программирования? (ОПК-1, ПК-1)

Раздел 3. Планирование эксперимента

1. Какую роль играют факторные планы при построении модели? (ОПК-8)
2. Что такое полный факторный эксперимент (ПФЭ)? (ОПК-1)
3. Как происходит построение математической модели эксперимента? (ОПК-1)
4. Как определяется число возможных опытов факторного плана? (ПК-1)
5. В чем отличие дробного факторного эксперимента (ДФЭ) от ПФЭ? (ПК-1)
6. Для чего производится статистическая обработка результатов эксперимента? (ОПК-8, ПК-1)

Раздел 4. Разработка эмпирического уравнения регрессии

1. Какие Вы знаете ошибки измерений? (ОПК-8)
2. Как происходит оценка значимости коэффициентов модели? (ОПК-1)
3. Что такое концептуальная математическая модель? (ПК-1)
4. В чем заключается оценка адекватности модели? (ПК-1)

Критерии оценки:

Коллоквиумы, устные опросы, собеседования оцениваются по четырехуровневой системе.

Оценка «**Отлично**» выставляется студенту, если обучающийся дает полный и правильный ответ, обнаруживает осознанное усвоение программного материала, подтверждает ответ своими примерами;

Оценка «**Хорошо**» выставляется студенту, если обучающийся дает ответ, близкий к требованиям, установленным для оценки «отлично», но допускает 1-2 неточности в речевом оформлении ответа, которые легко исправляет сам или с небольшой помощью преподавателя;

Оценка «**Удовлетворительно**» выставляется студенту, если обучающийся в целом обнаруживает понимание излагаемого материала, но отвечает неполно, по наводящим вопросам преподавателя, затрудняется самостоятельно привести примеры, допускает ошибки, которые исправляет только с помощью преподавателя, излагает материал несвязно, недостаточно последовательно, допускает неточности в употреблении слов и построении словосочетаний и предложений;

Оценка «**Неудовлетворительно**» выставляется студенту, если обучающийся обнаруживает незнание основных положений или большей части изученного материала, допускает ошибки в формулировках, не может исправить их даже с помощью наводящих вопросов преподавателя, речь прерывиста, непоследовательна, алогична, с речевыми ошибками.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет
Направление подготовки:
22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ
ОП (профиль): «Инновации в металлургии»

Кафедра «Металлургия»
(наименование кафедры)

Перечень вопросов на экзамен

по дисциплине «Моделирование технических объектов»
(наименование дисциплины)

1. Какую цель преследует экспериментатор, обрабатывая статистическими методами результаты измерений? (ОПК-1)
2. Критерии, применяемые при оптимизации работы оборудования и реализации технологий в ОМД. (ОПК-1)
3. По какому признаку разделяют входные и выходные параметры в технологических операциях производства деталей машин? (ПК-1)
4. В каком диапазоне может быть коэффициент корреляции и что означает его величина? (ОПК-8)
5. Последовательность (алгоритм) получения уравнения линейной регрессии по результатам эксперимента. (ОПК-8)
6. Применение датчиков, измерительных приборов и вычислительных средств в эксперименте. (ПК-1)
7. Как в первом приближении можно подобрать вид эмпирической формулы для описания влияния параметров друг на друга? (ОПК-1)
8. Критерий выбора наилучшего вид эмпирической формулы при описании влияния

параметров друг на друга. (ПК-1)

9. Алгоритм выбор вида эмпирической формулы по критерию минимума суммы квадратов отклонений. (ОПК-8)
10. К каким операциям сводится алгоритм решения и определения наилучшего вида и коэффициентов эмпирического уравнения для математического представления результатов инженерного эксперимента? (ОПК-8)
11. Основная цель планирования инженерного эксперимента. (ПК-1)
12. Структура и состав математической модели. (ПК-1)
13. Цели и задачи кодирования входных независимых переменных. (ОПК-1)
14. Систематические и случайные ошибки измерения. (ОПК-1)
15. Критерии оценки точности и адекватности полученной эмпирической модели технологического процесса. (ОПК-8)
16. Чем отличается случайный технологический процесс от детерминированного? (ОПК-8)
17. Какие случайные процессы происходят в технологии машиностроения? (ПК-1)
18. Почему расчеты и оценки характеристик случайных процессов проводят с применением ПК? (ОПК-1)
19. Зачем вычисляют автокорреляционную функцию? (ОПК-8)
20. На что указывают частоты спектральной плотности распределения случайного процесса? (ОПК-1)
21. Какова последовательность расчета и построения автокорреляционной функции экспериментальной кривой случайного процесса? (ОПК-8)
22. В чем преимущество оптимальных методов проведения и обработки эксперимента. (ОПК- 8)
23. Какие основные входные и выходные переменные исследуют при проведении эксперимента на объектах машиностроения? (ПК-1)
24. Чем отличается пассивный эксперимент от активного? (ОПК-8)
25. В каких системах автоматизации и зачем применяются уравнения, полученные при эксперименте? (ОПК-1)
26. Методы и математические зависимости расчета результатов и оценок точности измерения при эксперименте. (ОПК-1)
27. Алгоритм расчета относительной ошибки косвенных измерений размеров деталей в машиностроении. (ПК-1)
28. Определение и оценка доверительных интервалов результатов косвенных измерений. (ОПК-8)
29. Определение необходимого количества опытов при ПФЭ. (ОПК-1)
30. Составление плана и матрицы полнофакторного эксперимента 2^3. (ОПК-1)
31. Определение коэффициентов уравнения регрессии. (ПК-1)
32. Определение абсолютных и относительных погрешностей измеряемой величины. (ОПК-8)
33. Определение допустимых значения варьирования входных технологических переменных (факторов). (ОПК-8)
34. Методы определения и оценки промахов (грубых ошибок), измерения величин. (ПК-1)
35. Метод крутого восхождения при решении оптимальных (экстремальных) задач. (ПК-1)