Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 14.09.2023 10:30:38
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
«02» 09 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование и оптимизация металлургических процессов»

Направление подготовки
22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль подготовки
«Инновации в металлургии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная

Москва 2021 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 и оптимизация металлургических процессов**» согласована и утверждена на заседании кафедры «Металлургия»

«25» мая 2021 г., протокол № 12-06

Заведующий кафедрой _____/Шульгин А.В. /

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

_____ / Хламкова С.С. /

«01» 09 2021 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии _____ / А.Н. Васильев /

«02» 09 2021 г. Протокол № 9-21

Присвоен регистрационный номер:	**22.03.02.02/62.2021**

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Моделирование и оптимизация металлургических процессов» следует отнести:

– ознакомление студентов с основными принципами физического и математического моделирования процессов и объектов металлургии и ОМД;

– формирование у студентов знаний по основам моделирования процессов и объектов, их оптимизации и совершенствования с использованием методологических основ проведения вычислительного эксперимента;

– построение математических моделей объекта исследования и определение оптимальных условий функции отклика;

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

К **основным задачам** освоения дисциплины «Моделирование и оптимизация металлургических процессов» 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 и оптимизация металлургических процессов» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору вариативной части (Б.1.3) основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Моделирование и оптимизация металлургических процессов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части обязательных дисциплин (Б.1.1):

– Математика/

В вариативной части обязательных дисциплин (Б.1.2):

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

В вариативной части дисциплин по выбору (Б.1.3):

– 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	Способностью 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

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц, т.е. **180** академических часа (из них 126 часов – самостоятельная работа студентов).

На пятом курсе в **девятом** семестре выделяется **5** зачетных единиц, т.е. **180** академических часа (из них 126 часов – самостоятельная работа студентов).

Девятый семестр (3 часа в неделю): лекции – 36 часов, семинары и практические занятия – 18 часов, форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Моделирование и оптимизация металлургических процессов» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Девятый семестр

Общая методология моделирования

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.

Математическое моделирование

Основные этапы математического моделирования: постановка задачи, построение модели и проверка ее адекватности, исследование модели (вычислительный эксперимент), анализ результатов моделирования и выработка практических рекомендаций.

Построение функциональных (эмпирических) математических моделей.

Регрессионный анализ и метод наименьших квадратов.

Имитационные модели исследования сложных систем

Общие понятия об имитационных моделях. Построение и эксплуатация имитационных моделей. Методы получения наблюдений. Аппаратно-программные средства имитационного моделирования сложных систем. Подходы к оцениванию качества моделей сложных систем.

Планирование эксперимента

Основные понятия и определения теории планирования эксперимента. Полные факторные планы испытаний. Дробные факторные планы испытаний.

Составление полиномной математической модели. Расчет коэффициентов модели.

Проверка математической модели на соответствие (адекватность) исследуемому процессу.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Моделирование и оптимизация металлургических процессов» 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 и оптимизация металлургических процессов» 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: способность решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: – методы и приемы поиска необходимой информации в области металлургии с использованием современных электронных библиотек и ресурсов сети Интернет	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: - навыками решения 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: Способностью понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности				
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: - навыками использования 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 и оптимизация металлургических процессов», 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.

Приложение 2
к рабочей программе

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»

Форма обучения: очно-заочная

Вид профессиональной деятельности: (согласно ФГОС ВО)

Кафедра: Металлургия

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

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

Москва, 2021 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ					
ФГОС ВО **22.03.02 «Металлургия»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-1	Способность решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	**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	Способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач	**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

	профессиональной деятельности				

		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 и оптимизация металлургических процессов»

№ 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 и оптимизация металлургических процессов»
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 И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Моделирование и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 2 , семестр 3

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. **Назначение моделирования, классификация моделей.**
2. **Методы построения и решения математических моделей.**
3. **Напишите линейную модель с эффектом взаимодействия двух факторов и объясните математический поиск входящих в нее коэффициентов.**

Утверждено на заседании кафедры 25 мая 2021 г., протокол № 12-06

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕВЫСШЕГО 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 и оптимизация металлургических процессов»
(наименование дисциплины)

Раздел 1. Общая методология моделирования

1. Понятие «модель». Актуальность моделирования технологических объектов. (ОПК-1)
2. Физическое и математическое моделирование. (ОПК-1)
3. Математические модели в решении задач металлургии и ОМД. (ОПК-8)

Раздел 2. Математическое моделирование

1. Основные этапы составления математической модели. (ОПК-8, ОПК-1)
2. Проверка адекватности математической модели. (ОПК-8)

Раздел 3. Имитационные модели исследования сложных систем

1. Общие понятия об имитационных моделях. (ОПК-1)
2. Аппаратно-программные средства имитационного моделирования. (ОПК-1, ОПК-8)

Раздел 4. Планирование эксперимента

1. Составление матрицы планирования эксперимента. (ОПК-1)
2. Полные факторные планы испытаний. (ОПК-1)
3. Дробные факторные планы испытаний. (ОПК-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 УЧРЕЖДЕНИЕВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки:
22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ
ОП (профиль): «Инновации в металлургии»

Кафедра «Металлургия»
(наименование кафедры)

Перечень вопросов на экзамен

по дисциплине «Моделирование и оптимизация металлургических процессов»
(наименование дисциплины)

1. Моделирование как метод познания. Понятие модели. (О**ПК-1**)
2. Охарактеризуйте цели математического моделирования. (О**ПК-1**)
3. Физическое и абстрактное моделирование. (О**ПК-1**)
4. Этапы построения математических моделей. (О**ПК-8**)
5. Классификация математических моделей. (О**ПК-1**)
6. На что направлены математические методы оптимизации? (О**ПК-1**)
7. Перечислите и кратко поясните сущность методов моделирования. (О**ПК-1**)
8. Изложите основные особенности, присущие математическим моделям. (О**ПК-8**)
9. Что подразумевают под математической моделью системы? (О**ПК-8**)
10. Алгоритм составления математической модели. (О**ПК-1**)
11. По каким признакам различают модели? (О**ПК-1**)
12. Изложите методологию подготовки системы исходных данных, необходимых при моделировании. (О**ПК-1, ОПК-8**)
13. Дайте краткую характеристику методов задания условий функционирования модели. (О**ПК-1**)
14. Поясните сущность моделирования случайных факторов, непрерывных и дискретных случайных величин. (О**ПК-1, ОПК-8**)
15. Изложите порядок разработки имитационной модели. (О**ПК-1, ОПК-8**)
16. Дать сравнительную характеристику методов получения наблюдений при имитационном моделировании. (О**ПК-8**)
17. Изложите основные понятия о программной реализации имитационных моделей и современных средах имитационного моделирования. (О**ПК-8**)
18. Привести основные показатели качества моделей сложных систем. (О**ПК-1**)
19. Изложите сущность пассивных, активных и косвенных методов повышения качества оценивания показателей. (О**ПК-1**)
20. Изложите основные цели теории планирования эксперимента. (О**ПК-8**)
21. Сущность полных факторных планов испытаний. (О**ПК-1**)
22. Дайте краткую характеристику дробных факторных планов испытаний. (О**ПК-1**)
23. Проведение анализа и обработки результатов эксперимента. (О**ПК-1, ОПК-8**)
24. Поясните порядок составления оптимальных планов испытаний. (О**ПК-1**)
25. Методика учета и устранения неопределенностей. (О**ПК-1, ОПК-8**)
26. Соответствие математической модели изучаемому объекту. (О**ПК-8**)
27. В чем заключается роль эксперимента при проверке адекватности модели? (О**ПК-1**)

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «**Моделирование и оптимизация металлургических процессов**»
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	**Общая методология моделирования** 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.	9	1-3	9	–	–	21								
1.2	**Математическое моделирование** Основные этапы математического моделирования: постановка задачи, построение модели и проверка ее адекватности, исследование модели (вычислительный эксперимент), анализ результатов моделирования и выработка практических рекомендаций.	9	4-6	9	–	–	21								
1.3	*Построение функциональных (эмпирических) математических моделей. Регрессионный анализ и метод наименьших квадратов.*	9	7; 8	–	6	–	14								

1.4	**Имитационные модели исследования сложных систем** Общие понятия об имитационных моделях. Построение и эксплуатация имитационных моделей. Методы получения наблюдений. Аппаратно-программные средства имитационного моделирования сложных систем. Подходы к оцениванию качества моделей сложных систем.	9	9-11	9	–	–	21								
1.5	**Планирование эксперимента** Основные понятия и определения теории планирования эксперимента. Полные факторные планы испытаний. Дробные факторные планы испытаний.	9	12-14	9	–	–	21								
1.6	*Составление полиномной математической модели. Расчет коэффициентов модели*	9	15; 16	–	6	–	14								
1.7	*Проверка математической модели на соответствие (адекватность) исследуемому процессу*	9	17; 18	–	6	–	14								
	Форма аттестации		19-21											**Э**	
	Всего часов по дисциплине в девятом семестре		–	**36**	**18**	–	**126**							+	
	Всего часов по дисциплине в девятом семестре		–	**36**	**18**	–	**126**							**+**	

Заведующий кафедрой «Металлургия»,
доцент, к.т.н. _____ / А.В. Шульгин /

Аннотация программы дисциплины
«Моделирование и оптимизация металлургических процессов»

1. Цели и задачи дисциплины

Целями дисциплины является:

– ознакомление студентов с основными принципами физического и математического моделирования процессов и объектов металлургии и ОМД;

– формирование у студентов знаний по основам моделирования процессов и объектов, их оптимизации и совершенствования с использованием методологических основ проведения вычислительного эксперимента;

– построение математических моделей объекта исследования и определение оптимальных условий функции отклика;

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

Задачи дисциплины:

– 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 ОП

Дисциплина относится к циклу дисциплин по выбору Б.1.3.

Ее изучение базируется на следующих дисциплинах: «Математика»; «Статистические методы в металлургии»; «Организация и планирование металлургического эксперимента»; «Современные технологии металлургических процессов».

Дисциплина обеспечивает изучение дисциплин: «Методология выбора материала и технологий в металлургии»; «Автоматизация металлургических производств».

Знания и практические навыки, полученные из курса «Моделирование и оптимизация металлургических процессов», используются при изучении естественно-научных дисциплин, а также при разработке курсовых и выпускных квалификационных работ.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Моделирование и оптимизация металлургических процессов» студенты должны:

знать:

– принципы построения математических моделей и возможности их использования для анализа и оптимизации металлургических процессов; методологические основы имитационного моделирования; методы моделирования случайных факторов при проведении системных исследований; основы применения существующих аппаратно-программных средств для проведения вычислительного эксперимента;

уметь:

– осуществлять постановку задачи системного исследования методами моделирования; выполнять основные этапы математического моделирования: постановку задачи и ее математическую формулировку; осуществлять разработку имитационных моделей с использованием существующих аппаратно-программных средств; проводить подготовку и обработку исходных данных для моделирования; применять методы планирования вычислительного эксперимента для исследования;

владеть:

– навыками решения инженерных задач на базе имеющихся теоретических знаний; научно-методическим аппаратом методологии моделирования и планирования вычислительного эксперимента для решения практических задач анализа и оптимизации металлургических процессов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		9
Общая трудоемкость	**180 (5 з.е.)**	**180 (5 з.е.)**
Аудиторные занятия (всего)	**54**	**54**
В том числе		
лекции	**36**	**36**
Практические занятия	**18**	**18**
Лабораторные занятия	**нет**	**нет**
Самостоятельная работа	**126**	**126**
Курсовая работа	**нет**	**нет**
Курсовой проект	**нет**	**нет**
Вид промежуточной аттестации		**Экзамен**

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. **Назначение моделирования, классификация моделей.**

2. **Методы построения и решения математических моделей.**

3. **Напишите линейную модель с эффектом взаимодействия двух факторов и объясните математический поиск входящих в нее коэффициентов.**

Утверждено на заседании кафедры 29 мая 2021г., протокол № 12-06.

кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. **Физическое и математическое моделирование. Структурное представление модели.**

2. **Какую роль в создании математической модели играет планирование эксперимента и факторные планы?**

3. **Напишите линейную модель с эффектом взаимодействия трех факторов и объясните математический поиск входящих в нее коэффициентов.**

Утверждено на заседании кафедры 25 мая 2021г., протокол № 12-06

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. **Какие виды моделей наиболее часто находят применение в металлургии?**

2. **Что такое фактор и уровни его распределения? Кодирование фактора.**

3. **Напишите линейную модель с эффектом взаимодействия четырех факторов и объясните математический поиск входящих в нее коэффициентов.**

Утверждено на заседании кафедры 25 мая 2021г., протокол № 12-06

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. **Что такое параметр оптимизации? Статистическое сокращение входных параметров при оптимизации.**

2. **Чем определяется полный факторный эксперимент (ПФЭ)? Число возможных опытов факторного плана.**

3. **Напишите линейную модель с эффектом взаимодействия пяти факторов и объясните математический поиск входящих в нее коэффициентов.**

Утверждено на заседании кафедры 25 мая 2921 г., протокол № 12-06

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. **Организация проверки статистической гипотезы математической модели с использованием ее уровня значимости.**

2. **Что дает использование матрицы планирования эксперимента? Правила ее построения.**

3. **Составьте матрицу ПФЭ из двух факторов и объясните математический поиск коэффициентов соответствующей математической модели.**

Утверждено на заседании кафедры 25 мая 2021 г., протокол № 12-

06. Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

1. **Математическое представление теории подобия физического моделирования?**

2. **Что характеризует собой эффект взаимодействия факторов?**

3. **Составьте матрицу ПФЭ из трех факторов и объясните математический поиск коэффициентов соответствующей математической модели.**

Утверждено на заседании кафедры 25 мая 2021 г, протокол № 12-06

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

1. **Что такое константа подобия при физическом моделировании, как она ранжируется с изменением размерности объекта?**

2. **Как определяется число возможных взаимодействий факторов математической модели?**

3. **Составьте матрицу ПФЭ из четырех факторов и объясните математический поиск коэффициентов соответствующей математической модели.**

Утверждено на заседании кафедры 29 мая 2021 г., протокол №12-06.

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

1. **Каким способом физическое содержание объекта может быть представлено созданием его математической модели?**

2. **Чем обуславливается использование дробного факторного эксперимента (ДФЭ)? Особенности построения ДФЭ.**

3. **Составьте матрицу ПФЭ из пяти факторов и объясните математический поиск коэффициентов соответствующей математической модели.**

Утверждено на заседании кафедры 25 мая 2021г., протокол №12-06

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

1. **Обеспечение идентичности силового режима деформирования при физическом моделировании натуры и модели?**

2. **Каким образом соотносятся между собой планы полного (ПФЭ) и дробного (ДФЭ) факторных экспериментов.**

3. **Используя три фактора и произвольные эффекты их взаимодействия, расширьте матрицу ДФЭ до пяти факторов. Объясните математический поиск коэффициентов соответствующей математической модели.**

Утверждено на заседании кафедры 29 мая 2021 г., протокол №12-06

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

1. **Приближенное физическое моделирование. Какие ограничения накладываются на выбор масштаба моделирования?**

2. **Что такое «определяющий контраст» в дробном факторном эксперименте (ДФЭ), что он позволяет определить?**

3. **Используя два фактора и произвольные эффекты их взаимодействия, расширьте матрицу ДФЭ до четырех факторов. Объясните математический поиск коэффициентов соответствующей математической модели.**

Утверждено на заседании кафедры 29 мая 2021 г., протокол №12-06

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

1. **Преимущество математического моделирования. Классификация моделей.**

2. **Объясните отличие определяющего контраста от понятия «обобщающий определяющий контраст».**

3. **Напишите линейную модель с эффектом взаимодействия двух факторов и объясните математический поиск входящих в нее коэффициентов.**

Утверждено на заседании кафедры 29 мая 2021 г., протокол №1206.

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

1. **Линейные и нелинейные математические модели. В каких случаях может выбираться та или иная модель?**

2. **Для чего используется рандомизация экспериментов? Как это реализуется?**

3. **Напишите линейную модель с эффектом взаимодействия трех факторов и объясните математический поиск входящих в нее коэффициентов.**

Утверждено на заседании кафедры 29 мая 2021 г., протокол №12-06

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

1. **Процесс построения математической модели.**
2. **Чем обуславливается необходимость статистической обработки результатов эксперимента?**
3. **Напишите линейную модель с эффектом взаимодействия четырех факторов и объясните математический поиск входящих в нее коэффициентов.**

Утверждено на заседании кафедры 29 мая 2021 г., протокол №12-06.

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

1. **Чем обуславливается необходимость проверки адекватности модели?**
2. **Критерии оценки значимости коэффициентов математической модели и оценки адекватности модели?**
3. **Напишите линейную модель с эффектом взаимодействия пяти факторов и объясните математический поиск входящих в нее коэффициентов.**

Утверждено на заседании кафедры 29 мая 2021 г., протокол №12-06

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

1. **Организация проверки статистической гипотезы математической модели с использованием ее уровня значимости.**

2. **Какую роль в создании математической модели играет планирование эксперимента и факторные планы?**

3. **Составьте матрицу ПФЭ из двух факторов и объясните математический поиск коэффициентов соответствующей математической модели.**

Утверждено на заседании кафедры 29 мая 2021 г., протокол №12-06

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16

1. **Математическое представление теории подобия физического моделирования?**

2. **Что такое фактор и уровни его распределения? Кодирование фактора.**

3. **Составьте матрицу ПФЭ из трех факторов и объясните математический поиск коэффициентов соответствующей математической модели.**

Утверждено на заседании кафедры 29 мая 2021 г. протокол №12-06

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17

1. **Что такое константа подобия при физическом моделировании, как она ранжируется с изменением размерности объекта?**

2. **Чем определяется полный факторный эксперимент (ПФЭ)? Число возможных опытов факторного плана.**

3. **Используя три фактора и произвольные эффекты их взаимодействия, расширьте матрицу ДФЭ до пяти факторов. Объясните математический поиск коэффициентов соответствующей математической модели.**

Утверждено на заседании кафедры 29 мая 2021г., протокол №12-06

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18

1. **Каким способом физическое содержание объекта может быть представлено созданием его математической модели?**

2. **Что дает использование матрицы планирования эксперимента? Правила ее построения.**

3. **Используя два фактора и произвольные эффекты их взаимодействия, расширьте матрицу ДФЭ до четырех факторов. Объясните математический поиск коэффициентов соответствующей математической модели.**

Утверждено на заседании кафедры 29 мая 2021 г., протокол №12-06

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19

1. **Физическое и математическое моделирование. Структурное представление модели.**

2. **Что такое «определяющий контраст» в дробном факторном эксперименте (ДФЭ), что он позволяет определить?**

3. **Составьте матрицу ПФЭ из четырех факторов и объясните математический поиск коэффициентов соответствующей математической модели.**

Утверждено на заседании кафедры 29 мая 2021 г., протокол №12-06

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /

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 и оптимизация металлургических процессов»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 5 , семестр 9

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20

1. **Организация проверки статистической гипотезы математической модели с использованием ее уровня значимости.**

2. **Чем обуславливается использование дробного факторного эксперимента (ДФЭ)? Особенности построения ДФЭ.**

3. **Составьте матрицу ПФЭ из пяти факторов и объясните математический поиск коэффициентов соответствующей математической модели.**

Утверждено на заседании кафедры 29 мая 2021 г., протокол №1206

Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин /