Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 19.06.2025 11:59:52
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
«27» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование технических объектов

Направление подготовки
22.03.02. «Металлургия

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Инновации в металлургии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная, заочная

Москва, 2025 г.

Разработчик:

Доцент кафедры металлургии  Белелюбский Б.Ф.

Согласовано:

Заведующий кафедрой металлургии  Шульгин А.В.

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы....5
3. Структура и содержание дисциплины....5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость....5
3.2. Тематический план изучения дисциплины....6
3.3. Содержание дисциплины....7
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....8
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение....8
4.1. Нормативные документы и ГОСТы....8
4.2. Основная литература....8
4.3. Дополнительная литература....9
4.4. Электронные образовательные ресурсы....9
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....9
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....10
5. Материально-техническое обеспечение....10
6. Методические рекомендации....10
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....10
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....11
7. Фонд оценочных средств....11
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения....11
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения....12
7.3. Оценочные средства....13

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель – 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.

Задачи:

– 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.

Планируемые результаты обучения – 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.

Обучение по дисциплине «Моделирование технических объектов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки
ПК-1. Способен выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и	ИПК-1.1 - Знает методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. Критерии выбора методов и методик

представлять результаты	исследований ИПК-1.2 Умеет проводить испытания, измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. Проводит расчёты и критически анализирует результаты, делает выводы ИПК-1.3 Владеет выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований. Выполняет оценки и обработки результатов исследования

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».
«Моделирование технических объектов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Математика;
- Статистические методы в металлургии;
- Организация и планирование металлургического эксперимента;
- Современные технологии металлургических процессов;
- Методология выбора материала и технологий в металлургии;
- Автоматизация металлургических производств.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
1	**Аудиторные занятия**	**42**	9
	В том числе:		
1.1	Лекции	20	9
1.2	Семинарские/практические занятия	22	9

1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**102**	9
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**144**	9

3.1.2. Заочная форма обучения

№ п/п	**Вид учебной работы**	**Количество часов**	**Семестр**
1	**Аудиторные занятия**	**18**	10
	В том числе:		
1.1	Лекции	10	10
1.2	Семинарские/практические занятия	8	10
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**126**	10
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**144**	10

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очно-заочная форма обучения

п/п	**Разделы/темы Дисциплины**	**Трудоемкость, час**					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Организация имитационного моделирования**	**36**	**8**				**28**
2	**Раздел 2. Оптимизация технических объектов**	**36**	**8**				**28**
3	**Раздел 3. Планирование эксперимента**	**36**	**4**	**10**			**22**
4	**Раздел 4. Разработка эмпирического уравнения регрессии**	**36**		**12**			**24**
	Итого	**144**	**20**	**22**			**102**

3.2.2. Заочная форма обучения

п/п	**Разделы/темы Дисциплины**	**Трудоемкость, час**		
		Всего	**Аудиторная работа**	**Самостоятельная работа**

		го	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	мостоятельная работа
1 1	**Раздел 1. Организация имитационного моделирования**	**36**	**4**				**32**
2 2	**Раздел 2. Оптимизация технических объектов**	**36**	**4**				**32**
3	**Раздел 3. Планирование эксперимента**	**36**	**2**	**4**			**30**
4	**Раздел 4. Разработка эмпирического уравнения регрессии**	**36**		**4**			**32**
	Итого	**144**	**10**	**8**			**126**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Организация имитационного моделирования

Тема 1**.** Задачи и содержание курса. Моделирование как сущность исследования сложных объектов. Понятие «модель». Физическое и математическое моделирование. Цели моделирования.

Тема 2**.** 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.

Тема 3**.** Основы математического моделирования и методы оптимизации. Использование математических моделей и ЭВМ в металлургическом производстве.

Раздел 2. Оптимизация технических объектов

Тема 1**.** Постановка задачи оптимизации. Условная и безусловная оптимизация. Обзор методов математического программирования. Линейное, нелинейное и целочисленное программирование.

Тема 2**.** Оптимизация объекта моделирования методами математического программирования.

Раздел 3. Планирование эксперимента

Тема 1. Факторные планы при построении модели. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Построение математической модели эксперимента. Определение число возможных опытов факторного плана.

Тема 2. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Проведение эксперимента и статистическая обработка его результатов.

Раздел 4. Разработка эмпирического уравнения регрессии

Тема 1**.** Ошибки измерений. Оценка значимости коэффициентов модели.

Тема 2**.** Выбор математического метода и разработка моделирующего алгоритма.

Тема 3**.** Построение концептуальной математической модели. Идентификация и оценка адекватности модели.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. Составление плана и матрицы полнофакторного эксперимента 2^3.

Практическое занятие 2. Использования факторных планов при моделировании горячей объемной штамповки металла.

Практическое занятие 3. Оценка ошибок косвенных измерений линейных размеров металла.

Практическое занятие 4. Расчет, построение и оценка гистограммы плотности частоты распределения результатов измерений.

Практическое занятие 5. Определение коэффициентов уравнения линейной регрессии.

3.4.2. Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Учебным планом не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

При изучении дисциплины не предусмотрены

4.2 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.

4.3 Дополнительная литература

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

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

3. 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 униве ситет, 2008. – Режим доступа : http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/214 – Загл. с экрана.

4. 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 федральный университет, 2007. – Режим доступа: http://files.lib.sfu- kras.ru/ebibl/umkd/162 – Загл. с экрана.

5. 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.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Моделирование технических объектов
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=6309

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	Мой Офис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая инаукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитории кафедры «Металлургия» ав1204, ав1205, ав1206, ав1206а оснащены ноутбуками, проектором, экраном, учебным материалом.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

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.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);

- промежуточная аттестация (зачет).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

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».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом всех предусмотренных форм текущего контроля.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, 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 обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных способов ОМД, теории процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.
Удовлетвори-тельно	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных способов ОМД, теории процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные

	затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетво-рительно	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, 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.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы:

- чтение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим и самостоятельным (контрольным) заданиям;
- бланковое и компьютерное тестирование;
- рефераты, доклады на СНК.

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.

7.3.2. Промежуточная аттестация

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
ПК-1	Способностью выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

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.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

1. Какую цель преследует экспериментатор, обрабатывая статистическими методами результаты измерений? (УК-1)
2. Критерии, применяемые при оптимизации работы оборудования и реализации технологий в ОМД. (УК-1)
3. По какому признаку разделяют входные и выходные параметры в технологических операциях производства деталей машин? УК-1)
4. В каком диапазоне может быть коэффициент корреляции и что означает его величина? (УК-1)
5. Последовательность (алгоритм) получения уравнения линейной регрессии по результатам эксперимента. (УК-1)
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? (УК-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. (УК-1)
10. К каким операциям сводится алгоритм решения и определения наилучшего вида и коэффициентов эмпирического уравнения для математического представления результатов инженерного эксперимента? (УК-1)
11. Основная цель планирования инженерного эксперимента. (ПК-1)
12. Структура и состав математической модели. (ПК-1)
13. Цели и задачи кодирования входных независимых переменных. (УК-1)
14. Систематические и случайные ошибки измерения. (УК-1)

15. Критерии оценки точности и адекватности полученной эмпирической модели технологического процесса. (УК-1)
16. Чем отличается случайный технологический процесс от детерминированного? (УК-1)
17. Какие случайные процессы происходят в технологии машиностроения? (ПК-1)
18. Почему расчеты и оценки характеристик случайных процессов проводят с применением ПК? (УК-1)
19. Зачем вычисляют автокорреляционную функцию? (УК-1)
20. На что указывают частоты спектральной плотности распределения случайного процесса? (УК-1)
21. Какова последовательность расчета и построения автокорреляционной функции экспериментальной кривой случайного процесса? (УК-1)
22. В чем преимущество оптимальных методов проведения и обработки эксперимента. (УК- 1)
23. Какие основные входные и выходные переменные исследуют при проведении эксперимента на объектах машиностроения? (ПК-1)
24. Чем отличается пассивный эксперимент от активного? (УК-1)
25. В каких системах автоматизации и зачем применяются уравнения, полученные при эксперименте? (ПК-1)

26. Методы и математические зависимости расчета результатов и оценок точности измерения при эксперименте. (ПК-1)
27. Алгоритм расчета относительной ошибки косвенных измерений размеров деталей в машиностроении. (ПК-1)
28. Определение и оценка доверительных интервалов результатов косвенных измерений. (УК-1)
29. Определение необходимого количества опытов при ПФЭ. (ПК-1)
30. Составление плана и матрицы полнофакторного эксперимента 23. (ПК-1)
31. Определение коэффициентов уравнения регрессии. (ПК-1)
32. Определение абсолютных и относительных погрешностей измеряемой величины. (УК-1)
33. Определение допустимых значения варьирования входных технологических переменных (факторов). (УК-1)
34. Методы определения и оценки промахов (грубых ошибок), измерения величин. (ПК-1)
35. Метод крутого восхождения при решении оптимальных (экстремальных) задач. (ПК-1)