Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 03.10.2023 15:03:54
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

21

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙУНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ

Декан машиностроительного факультета

_____ /Е.В. Сафонов/

«13» сентября 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровые технологии в материаловедении»

Направление подготовки
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль подготовки
Перспективные материалы и технологии

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022 г.

Программа дисциплины «Цифровые технологии в материаловедении» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** по профилю подготовки **«Перспективные материалы и технологии».**

Программу составил:

к.т.н. _____ / Т.К. Акопян /

Программа дисциплины «Цифровые технологии в материаловедении» по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»утверждена на заседании кафедры «Материаловедение»
«30» 08 2022г. протокол № 1

Заведующий кафедрой
профессор, д. т. н. _____ /В.В. Овчинников /

Программа согласована с руководителем образовательной программы «Перспективные материалы и технологии»

к.т.н., доцент _____ /С.В. Якутина/

«30» 08 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии машиностроительного факультета

Председатель комиссии _____ /А.Н. Васильев/

«13» 09 2022 г. Протокол № 14-22

Присвоен регистрационный номер:	22.03.01.01/01.2022.21

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Цифровые технологии в материаловедении» следует отнести:

- подготовка студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению;
- формирование фундаментального материаловедческого мировоззрения студента о процессах производства изделий требуемого качества с использованием цифровых технологий;
- создание нового цифрового подхода к быстрому проектированию, разработке, испытанию и применению новых материалов и веществ

К **основным задачам** освоения дисциплины «Цифровые технологии в материаловедении» следует отнести:

- изучение физической сущности явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации;
- разработка комплексных цифровых решений, направленных на преодоление основных технологических барьеров в области материаловедения

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Цифровые технологии в материаловедении» относится к числу учебных дисциплин обязательной части (Блок Б.1.1) основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Цифровые технологии в материаловедении» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Металлические материалы;
- Теория и технология термической обработки металлов;
- Методы определения свойств материалов;
- Композиционные материалы;
- Неметаллические материалы;
- Обработка результатов эксперимента;
- Порошковые материалы;
- Порошковые технологии;
- Технологические процессы получения и обработки материалов.

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 соответствующи*х компетенций:*

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1	способностью 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
УК-6	способностью управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	ИУК-6.1. Использует инструменты и методы управлениявременем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей ИУК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста ИУК-6.3. Демонстрирует готовность к построению профессиональной карьеры и определению стратегии профессионального развития на основе оценки требований рынка труда, предложений рынка образовательных услуг и с учетом личностных возможностей и предпочтений
ОПК- 8	Способностью понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИОПК- 8.1. Знает: принципы работы информационных технологий; ИОПК- 8.2. Умеет: использовать информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности ИОПК- 8.3. Имеет навыки: использовать информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности
ПК-2	Способностью осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств	ИПК-2.1 Знает: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного анализа и определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов ИПК-2.2 Умеет: выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров; ИПК-2.3 Имеет навыки: выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные

		свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **6** зачетных единицы, т.е. **216** академических часа (из них **108** часов– самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Цифровые технологии в материаловедении» изучаются на третьем курсе.

Пятый семестр: лекции – 1 час в неделю (18 часов), практические занятия – 2 часа в неделю (36 часов), форма контроля – зачет.

Шестой семестр: лекции – 1 час в неделю (18 часов), практические занятия – 2 часа в неделю (36 часов), форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Цифровые технологии в материаловедении» по срокам и видам работы отражены в Приложении 2.

Содержание разделов дисциплины

Вводная часть
Значение и задачи курса «Цифровые технологии в материаловедении». Применение цифровизации в материаловедении. Принципы цифрового подхода к моделированию, разработке, испытанию и применению материалов и веществ.

Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента.Метод наименьших квадратов для расчета коэффициентов аппроксимирующей функции. Парная регрессия. Линейная множественная регрессия. Нелинейная регрессия

Компьютерные методы планирования инженерного эксперимента. Планирование первого порядка. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Ортогональные планы второго порядка. Ротатабельные планы второго порядка. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Метод крутого восхождения. Симплекс метод. Основные понятия линейного программирования.

Обработки данных с использованием языка программирования Python. Основы Python. Элементы линейной алгебры, основы статистики и математического анализа. Библиотека NumPy. Библиотека Pandas. Библиотека SciPy. Графическая визуализация данных. Введение в машинное обучение. Нейрон и нейронные сети. Библиотеки Python для обучения нейронных сетей. Обучение искусственной нейронной сети. Метод обратного распространения ошибки. Реализация нейросети в Python. Решение задач регрессии. Обучение с учителем.

Расчет структуры кристаллов с использованием первых принципов «Ab-initio». Основы теории функциональной плотности (eng. DFT)**.** Основные понятия квантовой механики**.** Уравнение Шредингера**.** Движение в центрально-симметричном поле. Атом водорода.Типы межатомных связей в металлических материалах**.** Основы кристаллографии**.** Структура кристаллов**.** Динамика кристаллической решетки**.** Волновая функция, обратное пространство, квантовые числа**.**Cif-файлы (crystalstructureinformation) и открытые базы данных структур**.** Программы для визуализации структуры в cif-

файле.Программа Quantum ESPRESSO (QE) с исходным открытым кодом для ab-initio расчетов. Базовые принципы и примеры расчета структуры кристаллов с применением QE.

Расчет фазовых диаграмм. Основные понятия статистической физики. Основные понятия термодинамики. Распределение Гиббса. Фазовые переходы. Виды фаз в металлических сплавах. Термодинамическая теория диаграмм состояния. Диаграммы состояния тройных систем с нонвариантным эвтектическим равновесием. Диаграммы состояния тройных систем с нонвариантным перитектическим равновесием. Диаграммы состояния тройных систем с промежуточным конгруэнтно плавящимися соединениями. Диаграммы состояния тройных систем с промежуточным инконгруэнтно плавящимися соединениями. Основы термодинамического расчета диаграмм состояния. Базовые принципы расчета фазовых диаграмм методом Calphad. Термодинамическое моделирование диаграмм состояния с применением расчётных средств: PyCalphad, OpenCalphad, Thermo-Calc.

Основы компьютерного моделирования в конденсированных средах. Метод Монте-Карло. Метод конечных элементов (QForm, DForm, ProCast).

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Цифровые технологии в материаловедении» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к практическим занятиям в компьютерных классах вуза;
- защита и индивидуальное обсуждение результатов практических работ.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствие с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете".

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

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация.

6.1. Организация и порядок проведения текущего контроля.

6.1.1. Формы проведения контроля.

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: защита практических работ (устный опрос по результатам выполнения практической работы).

6.1.2. Содержание текущего контроля.

Содержание форм текущего контроля и порядок их применения изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1)".

6.1.3. Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов.

Практические работы должны быть отработаны, оформлены и зачтены в течение текущего семестра до промежуточной аттестации.

Критерии оценивания результатов изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1).

6.2. Промежуточная аттестация. Организация и порядок проведения.

6.2.1. Форма проведения промежуточной аттестации

Формы, предусмотренные учебным планом – зачет, экзамен.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Практические работы	Оформленный отчет по работе. Защита работы. Отметка в журнале преподавателем «зачтено»

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

6.2.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта 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 «зачтено» или «незачтено».

К промежуточной аттестации студенты обязаны выполнить все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Цифровые технологии в материаловедении»: выполнили и защитили все практические задания.

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	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.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой. 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.

Форма промежуточной аттестации в шестом семестре: 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 студент должны выполнить все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Цифровые технологии в материаловедении»: выполнили и защитили все практические задания.

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 1 к рабочей программе.

6.2.3. Организация и порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация - (экзамен) проводится по билетам в устной форме. Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы не более 40 мин.;
- время на ответ на заданные вопросы не более 10 мин.

Содержание задания: билет состоит из теоретического вопросаи задачи. Перечень вопросов, выносимых преподавателем на аттестацию по дисциплине и из которых формируются экзаменационные билеты изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1)".

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. А.Н. Чубинский, Д.С. Русаков, И.М. Батырева, Г.С. Варанкина, *Методы и средства научных исследований. Методы планирования и обработки результатов экспериментов / А.Н. Чубинский, Д.С. Русаков, И.М. Батырева, Г.С. Варанкина – СПб.: СПбГЛТУ, 2018.– 109 с.*
2. Н.А. Спирин, В.В. Лавров. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента. Под общ. ред. Н.А. Спирина. Екатеринбург; ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2004. – 257 с.
3. Ливанов д.В. Физика металлов: Учебник для вузов. – М.: МИСиС, 2006. - 280
4. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. - М.: Наука. Физматлит, 1997. - 320 с. (*http://window.edu.ru/resource/958/52958*)
5. Черный А.А., Черный В.А. Прогнозирование свойств материалов по математическим моделям: Учебное пособие. - Пенза: Пенз. гос. ун-т, 2007. - 61 с. (*http://window.edu.ru/resource/004/54004*)
6. Дворецкий С.И., Егоров А.Ф., Дворецкий Д.С. Компьютерное моделирование и оптимизация технологических процессов и

оборудования. Учебное пособие. Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2003. - 224 с. (http://window.edu.ru/resource/024/22024)
7. Зубов Н.Н., Титов В.А. Моделирование и оптимизация технологических процессов: Учебное пособие. - СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2009. - 183 с. (http://window.edu.ru/resource/527/78527)

б) дополнительная литература:

1. Дворецкий С.И., Майстренко А.В. Компьютерное моделирование технологических процессов. Методические указания. - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2001. - 36 с. (http://window.edu.ru/resource/990/21990)
2. Майстренко А.В. Численные методы расчёта, моделирования и проектирования технологических процессов и оборудования: учебное пособие / А.В. Майстренко, Н.В. Майстренко. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2011. - 144 с. (http://window.edu.ru/resource/502/76502)
3. Кондратьев А., Филиппов М. Математические моделирование реальных процессов // Компьютерные инструменты в образовании. - СПб.: Изд-во ЦПО "Информатизация образования", 1999, №1, С.3-10. (http://window.edu.ru/resource/228/24228)

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Внутривузовская учебная и учебно-методическая литература МосковскийПолитехhttp://lib.mami.ru.

ЭБС «ЛАНЬ». Коллекция «Инженерно-технические науки» Издательство «ЛАНЬ» http://e.lanbook.com.

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ООО «РУНЭБ» http://elibrary.ru.

Реферативная наукометрическая электронная база Scopus компании Elsevier ООО Эко-вектор http://www.scopus.com Доступ свободный в сети университета.

Реферативная наукометрическая электронная база WOS компании THOMSON REUTERS SCIENTIFIC LLC Архив WOS (глубина архива 5 лет – с 2008 по 2012 гг.) НП «НИЭКОН» http://apps.webofknowlege.com.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1313. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16	Столы учебные,стулья, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул; переносной проектор Acer XD 1170D + экран, компьютер, шкафы для хранения с учебно-методической и научной литературой, наглядные пособия (плакаты).
Аудитория для лекционных,	Столы учебные,стулья, аудиторная

лабораторных, практических занятий ав.1313. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16	доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул; переносной проектор RoverLightZenithLS1200 + экран, компьютер, шкафы для хранения с учебно-методической и научной литературой, наглядные пособия (плакаты).

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.

При выполнении заданий для самостоятельной работы по обработке статистических данных и построения математических моделей использовать статистические и математические функции MicrosoftOffice – Excel.

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной и научной литературы. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены бедующими специалистами по данной дисциплине.

10. Методические рекомендации для преподавателя.

Основное внимание при изучении дисциплины «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов» следует уделять изучению состава, структуры и свойств современных металлических и неметаллических материалов; освоению основ термической, химико-термической и термомеханической обработки, методов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- методические указания для выполнения лабораторных работ.

Приложение 1к
рабочей программе

Структура и содержание дисциплины «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов» по направлению подготовки
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
(бакалавр)

n/n	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
1.1	**Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента. Метод наименьших квадратов для расчета коэффициентов аппроксимирующей функции.**	**5**	**1**	**2**	**2**		**4**								
1.2	*Парная регрессия. Линейная множественная регрессия. Нелинейная регрессия*	*5*	*2*		*2*		*2*								
1.3	**Компьютерные методы планирования инженерного эксперимента. Планирование первого порядка.**	**5**	**3**	**2**	**2**		**4**								
1.4	*Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент.*	*5*	*4*		*2*		*4*								

1.5	**Ортогональные планы второго порядка. Ротатабельные планы второго порядка.**	**5**	**5**	**2**	**2**		**4**								
1.6	*Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Метод крутого восхождения.*	*5*	*6*		*2*		*4*								
1.7	**Основные понятия линейного программирования. Симплекс метод.**	**5**	**7**	**2**	**2**		**4**								
1.8	*Обработки данных с использованием языка программирования Python. Основы Python.*	*5*	*8*		*2*		*2*								
1.9	**Элементы линейной алгебры, основы статистики и математического анализа.**	**5**	**9**	**2**	**2**		**4**								
1.10	*Библиотека NumPy.*	*5*	*10*		*2*		*2*								
1.11	**Библиотека Pandas.**	**5**	**11**	**2**	**2**		**4**								
1.12	*Библиотека SciPy. Графическая визуализация данных.*	*5*	*12*		*2*		*2*								
1.13	**Введение в машинное обучение. Нейрон и нейронные сети. Библиотеки Python для обучения нейронных сетей**	**5**	**13**	**2**	**2**		**4**								
1.14	*Обучение искусственной нейронной сети. Метод обратного распространения ошибки.*	*5*	*14*		*2*		*2*								
1.15	**Реализация нейросети в Python.**	**5**	**15**	**2**	**2**		**4**								

	Решение задач регрессии. Обучение с учителем.														
1.12	***Форма аттестации***	***5***	***16***												***3***
1.17	**Расчет структуры кристаллов с использованием первых принципов «Ab-initio». Основы теории функциональной плотности (eng. DFT).**	**6**	**17**	**2**	**2**		**4**								
1.18	Основные понятия квантовой механики. Уравнение Шредингера.	6	18		2		2								
1.19	**Движение в центрально-симметричном поле. Атом водорода.**	**6**	**19**	**2**	**2**		**4**								
1.20	Типы межатомных связей в металлических материалах. Динамика кристаллической решетки.	6	20		2		2								
1.21	**Волновая функция, обратное пространство, квантовые числа.**	**6**	**21**	**2**	**2**		**4**								
1.22	Основы кристаллографии.	6	22		2		2								

	Структура кристаллов.Cif-файлы (crystalstructureinformation) иоткрытыебазыданныхструктур. Программы для визуализации структуры в cif-файле.														
1.23	**Программа QuantumESPRESSO (QE) для ab-initio расчетов. Базовые принципы и примеры расчета структуры кристаллов с применением QE.**	**6**	**23**	**2**	**2**		**4**								
1.24	Расчет фазовых диаграмм.Основные понятия статистической физики. Основные понятия термодинамики.	6	24		2		2								
1.25	**Термодинамическая теория диаграмм состояния. Распределение Гиббса. Фазовые переходы. Виды фаз в металлических сплавах.**	**6**	**25**	**2**	**2**		**4**								
1.26	Диаграммы состояния тройных систем с нонвариантным	6	26		2		2								

	эвтектическим равновесием. Диаграммы состояния тройных систем с промежуточным конгруэнтно плавящимися соединениями.														
1.27	**Диаграммы состояния тройных систем с нонвариантным перитектическим равновесием.**	**6**	**27**	**2**	**2**		**4**								
1.28	Диаграммы состояния тройных систем с промежуточным инконгруэнтно плавящимися соединениями.		28		2		2								
1.29	**Базовые принципы расчета фазовых диаграмм методом Calphad. Термодинамическое моделирование диаграмм состояния с применением расчётных средств: PyCalphad, OpenCalphad, Thermo-Calc.**	**6**	**29**	**2**	**2**		**4**								
1.30	Метод Монте-Карло	6	30		2		2								
1.31	**Метод конечных элементов**	**6**	**31**	**2**	**2**		**4**								

	(QForm, DForm, ProCast)														
1.32	*Форма аттестации*	*6*	*32*											*Э*	
1.33	*Всего часов по дисциплине*	*6*		*36*	*72*		*108*								

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ
ОП (профиль): «Перспективные материалы и технологии»
Форма обучения: очная
Виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская и технологическая

Кафедра: «Материаловедение»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Цифровые технологии в материаловедении

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

А. Темы практических работ
Б. Вопросы к зачету
В. Вопросы к экзамену

Составитель:
доцент, к.т.н. Т.К. Акопян

Москва, 2022 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ					
ФГОС ВО **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **Профессиональныекомпетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ- КА**				
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	лекция, самостоятельная работа, семинарскиезанятия	ЗР, З, Э	**Базовый уровень** - способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задачв стандартных учебных ситуациях **Повышенный уровень** - способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач в конкретных производственных условиях

УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	ИУК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей ИУК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста ИУК-6.3. Демонстрирует готовность к построению профессиональной карьеры и определению стратегии профессионального развития на основе оценки требований рынка труда, предложений рынка образовательных услуг и с учетом личностных возможностей и предпочтений	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	ЗР, З, Э	**Базовый уровень** - способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвитияв стандартных учебных ситуациях **Повышенный уровень** - способен планировать свое рабочее время и время для саморазвития, формулировать цели личностного и профессионального развития для достижения наилучших результатов в работе.

ОПК-8	Способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИОПК- 8.1. Знает: принципы работы информационных технологий; ИОПК- 8.2. Умеет: использовать информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности ИОПК- 8.3. Имеет навыки: использовать информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	ЗР, З, Э	**Базовый уровень** Способен использовать информационные технологии для решения стандартных задач профессиональной деятельности **Повышенный уровень** Способен использовать информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности

ПК-2	способность осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств	ИПК-2.1 Знает: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного анализа и определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов ИПК-2.2 Умеет: выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров; ИПК-2.3 Имеет навыки: выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров	лекция, самостоятельная работа, семинарскиезанятия	ЗР, З, Э	**Базовый уровень** - способен осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств в стандартных учебных ситуациях **Повышенный уровень** - способен осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств в конкретных производственных условиях

**Сокращения форм оценочных средств см. в таблице 2.

Таблица 2

Перечень оценочных средств по дисциплине «Цифровые технологии в материаловедении»

№ ОС	Наименование оценочногосредства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос по результатам выполнения практической работы (защита работ) ЗР	Средство контроля усвоения учебного материала темы, организованное в виде собеседования преподавателя со студентом.	Темы практических работ
2	Устный опрос (З– зачет)	Средство контроля, организованное как диалог преподавателя со студентомна темы, связанные с изучаемой дисциплиной, включает решение предложенных задач.Цель– систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний.	Перечень вопросов к зачету
3	Устный опрос (Э– экзамен)	Средство проверки знаний, умений, навыков. Может включать теоретические вопросы, задачи, практические задания.	Перечень вопросов к экзамену

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

Направление подготовки:
22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ
ОП (профиль): «Перспективные материалы и технологии»
Кафедра *«Материаловедение»*
(наименование кафедры)

Темы практических работ

по дисциплине «Цифровые технологии в материаловедении»
(наименование дисциплины)

1) Метод наименьших квадратов для расчета коэффициентов аппроксимирующей функции.
2) Парная регрессия.
3) Линейная множественная регрессия. Нелинейная регрессия
4) Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент.
5) Ортогональные планы второго порядка. Ротатабельные планы второго порядка.
6) Обработки данных с использованием языка программирования Python. Основы Python.
7) Обучение искусственной нейронной сети. Метод обратного распространения ошибки.
8) Реализация нейросети в Python. Решение задач регрессии. Обучение с учителем.
9) Основы кристаллографии. Структура кристаллов. Cif-файлы (crystalstructureinformation) и открытые базы данных структур. Программы для визуализации структуры в cif-файле.
10) Программа QuantumESPRESSO (QE) для ab-initio расчетов. Базовые принципы и примеры расчета структуры кристаллов с применением QE.
11) Базовые принципы расчета фазовых диаграмм методом Calphad. Термодинамическое моделирование диаграмм состояния с применением расчётных средств: PyCalphad, OpenCalphad, Thermo-Calc.
12) Метод Монте-Карло
13) Метод конечных элементов (QForm, DForm, ProCast)

Перечень вопросов к зачету

по дисциплине «*Цифровые технологии в материаловедении*»
(наименование дисциплины)

1. Какие задачи решают в ходе предварительной статистической обработки экспериментальных данных?
2. В чем заключается основная идея оценивания с помощью доверительного интервала? С помощью каких распределений происходит построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии?
3. В чем заключаются сущность и основные задачи корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа?
4. Какие подходы используют при нахождении коэффициентов уравнения регрессии?
5. Сформулируйте исходные положения метода наименьших квадратов.
6. Как оценивается адекватность статистической модели?
7. Какими свойствами обладают коэффициенты корреляции?
8. Каким образом производится проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии?
9. В чем заключается постановка задачи линейной множественной регрессии?
10. Каковы возможности современных программ по обработке экспериментальных данных?
11. На каких принципах основана организация современных статистических пакетов?
12. Каким образом решается задача по оценке статистических характеристик с помощью пакета MicrosoftExcel?
13. Как организовано взаимодействие пользователя с пакетом Statistica? Какие основные модули он в себя включает?