

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.08.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Физико-химия процессов и материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 2

аудиторные занятия

34

курсовая работа 2

самостоятельная работа

74

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18		УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

кфмн, доцент, Жуков Дмитрий Геннадьевич

Рабочая программа

Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-22-6.plx Физико-химия процессов и материалов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Физико-химия процессов и материалов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физического материаловедения

Протокол от 11.04.2022 г., №8-04

Руководитель подразделения Савченко А.Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Сформировать компетенции, предусмотренные учебным планом, и дать понимание методов математического и компьютерного моделирования процессов, определяющих свойства и применение материалов
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.1.2	Методы исследования характеристик и свойств материалов	
2.1.3	Спектроскопические (и зондовые) методы исследования материалов	
2.1.4	Управление коллективами	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Магнитные свойства функциональных материалов	
2.2.2	Физико-химия получения и обработки материалов	
2.2.3	Преддипломная практика	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Знать:
ОПК-4-31 основные методы и алгоритмы моделирования материалов и процессов
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие направлению подготовки
Знать:
ОПК-2-31 методы работы с источниками научно-технической информации для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, термодинамических и физических величинах с целью их применения в практических ситуациях
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Знать:
УК-1-31 области применения различных методов моделирования, их преимущества, недостатки и ограничения
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-4-У1 обосновывать наиболее вероятные механизмы протекания процессов в различных условиях изготовления и эксплуатации металлов и сплавов в заданных условиях
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие направлению подготовки
Уметь:
ОПК-2-У1 работать с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, термодинамических и физических величинах с целью их применения в практических ситуациях
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Уметь:

УК-1-У1 использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Владеть:
ОПК-4-В1 навыком использования моделей явлений для прогнозирования поведения материалов при технологических процессах их производства
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Владеть:
УК-1-В1 навыками расчетов температур кинетики фазовых превращений, пластической и упругой деформации, в том числе и в нелинейной области, кинетики упорядочения и разупорядочения, распада твердых растворов, расчета диаграмм фазового равновесия
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие направлению подготовки
Владеть:
ОПК-2-В1 опытом самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, термодинамических и физических величинах с целью их применения в практических ситуациях
ОПК-2-В2 навыками проведения машинного эксперимента

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Молекулярная динамика							
1.1	Методы численного интегрирования уравнений движения, используемые в молекулярной динамике: алгоритм Верле в скоростной форме, метод Бимана-Шофилда. /Пр/	2	2	УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3Л3.1			Р1
1.2	Погрешности методов численного интегрирования, их проявление и способы минимизации и учета. /Пр/	2	2	УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31	Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1			Р2
1.3	Потенциалы межатомного взаимодействия: кубический, Ленарда-Джонса, Ми, понятие о потенциале погруженного атома. Простейшая двухатомная модель твердого тела, теоретические оценки физических и механических свойств, постоянная Грюнайзена, ангармонический осциллятор /Пр/	2	2	УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31	Л1.2 Л1.4 Л1.6Л2.2Л3.1			Р3
1.4	Бинарная корреляционная функция. Осциллирующие потенциалы. Методы ускорения расчетов и совершенствования модели. /Пр/	2	2	УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31	Л1.2 Л1.4 Л1.6Л2.2Л3.1			Р4

1.5	Начальные и краевые условия в молекулярной динамике. Фазовые превращения в молекулярной динамике: плавление, испарение, мартенситное превращение /Лаб/	2	2	УК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1	Л1.6Л2.2Л3.1			P5
1.6	Сравнение методов численного интегрирования по разным критериям и влияние шага интегрирования на сохранение энергии в модели нелинейного осциллятора; сравнение результатов использования межатомных потенциалов различного типа /Лаб/	2	2	УК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.6Л2.2Л3.1			P6
1.7	Использование бинарной корреляционной функции для изучения фазовых превращений; измерение скорости скольжения дислокаций и мартенситного превращения /Лаб/	2	2	УК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1	Л1.2 Л1.4 Л1.6Л2.2Л3.1			P7
1.8	Подготовка домашнего задания 1 /Ср/	2	20	УК-1-В1 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2 ОПК-4-В1	Л1.2 Л1.4 Л1.5Л2.2Л3.1 Э2			P8
	Раздел 2. Методы Монте-Карло							
2.1	Метод Монте-Карло и алгоритм Метрополиса для моделирования атомных перемещений. /Пр/	2	2	УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31	Л1.3Л2.1Л3.1 Э1			P9
2.2	Клеточные автоматы и модель решеточного «газа». Моделирование диффузии в сплавах /Пр/	2	2	УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31	Л1.5Л2.2Л3.1			P10
2.3	Упорядочение твердых растворов и распад твердых растворов. Коалесценция. Адсорбция и образование пленок /Лаб/	2	2	УК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1	Л1.1Л2.2Л3.1			P11
2.4	Определение температурной зависимости концентрации вакансий в модели решеточного «газа» /Лаб/	2	2	УК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1	Л1.1Л2.2Л3.1			P12
2.5	Определение кинетики атомного упорядочения и расслоения твердых растворов в модели решеточного «газа» /Лаб/	2	2	УК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1	Л1.1Л2.2Л3.1			P13
2.6	Подготовка домашнего задания 2 /Ср/	2	20	УК-1-В1 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2 ОПК-4-В1	Л1.3 Л1.5Л2.2Л3.1 Э2			P14
	Раздел 3. Геометрические фазовые переходы, перколяция и фракталы							

3.1	Модель агрегации, ограниченной диффузией. Понятие фрактала. Модель перколяции как геометрический фазовый переход. /Пр/	2	2	УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31	Л1.7Л2.2Л3.1			P15
3.2	Измерение параметров геометрических фазовых переходов в модели перколяции /Лаб/	2	2	УК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1	Л1.7Л2.2Л3.1			P16
Раздел 4. Моделирование диаграмм фазового равновесия								
4.1	Принципы и методы моделирования диаграмм фазового равновесия. Модели твердых и жидких растворов /Пр/	2	3	УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31	Л1.6Л2.2Л3.1			P17
4.2	Алгоритм определения критических точек диаграмм фазового равновесия /Лаб/	2	1	УК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1	Л1.6Л2.2Л3.1			P18
4.3	Определение температурной зависимости концентрации вакансий в модели решеточного «газа» /Лаб/	2	2	УК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1	Л1.3Л2.2Л3.1			P19
4.4	Подготовка курсовой работы /Ср/	2	34	УК-1-В1 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2 ОПК-4-В1	Л1.3 Л1.5Л2.2Л3.1 Э1 Э2			P20

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Вопросы для самостоятельной подготовки	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-2-В2;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1	1 Изучение кинетики коалесценции частиц с помощью модели случайных блужданий 2 Изучение кинетики образования приграничных выделений второй фазы, образующейся при распаде твердого раствора с помощью модели случайных блужданий 3 Определение температур фазовых переходов с помощью модели решеточного газа 4 Изучение влияния размера системы на сжатие кристаллической решетки вследствие поверхностного натяжения при различных условиях с помощью модели молекулярной динамики 5 Изучение фазовых превращений в бинарных системах с помощью модели диаграмм фазового равновесия 6 Изучить закономерности плавления методом измерения бинарной корреляционной функции с помощью модели молекулярной динамики при различных условиях 7 Изучить закономерности поведения дислокаций с помощью модели молекулярной динамики при различных условиях 8 Изучить закономерности кинетики образования частиц второй фазы, образующихся при распаде твердого раствора, с помощью модели случайных блужданий 9 Изучить влияние дислокаций на кинетику мартенситного превращения с помощью модели молекулярной динамики

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
------------	-----------------	------------------------------------	-------------------

P1	11 Методы численного интегрирования уравнений движения, используемые в молекулярной динамике: алгоритм Верле в скоростной форме, метод Бимана-Шофилда.	ОПК-4-31;ОПК-2-31;УК-1-31	Методы численного интегрирования уравнений движения, используемые в молекулярной динамике: алгоритм Верле в скоростной форме, метод Бимана-Шофилда
P2	12 Погрешности методов численного интегрирования, их проявление и способы минимизации и учета	ОПК-4-31;ОПК-2-31;УК-1-31	Погрешности методов численного интегрирования, их проявление и способы минимизации и учета
P3	13 Потенциалы межатомного взаимодействия: кубический, Ленарда-Джонса, Ми, понятие о потенциале погруженного атома. Простейшая двухатомная модель твердого тела, теоретические оценки физических и механических свойств, постоянная Грюнайзена, ангармонический	ОПК-4-31;УК-1-31;ОПК-2-31	Потенциалы межатомного взаимодействия: кубический, Ленарда-Джонса, Ми, понятие о потенциале погруженного атома. Простейшая двухатомная модель твердого тела, теоретические оценки физических и механических свойств, постоянная Грюнайзена, ангармонический
P4	14 Бинарная корреляционная функция. Осциллирующие потенциалы. Методы ускорения расчетов и совершенствования модели.	ОПК-4-31;ОПК-2-31;УК-1-31	Бинарная корреляционная функция. Осциллирующие потенциалы. Методы ускорения расчетов и совершенствования модели.
P5	15 Начальные и краевые условия в молекулярной динамике. Фазовые превращения в молекулярной динамике: плавление, испарение, мартенситное превращение	ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;УК-1-У1	Начальные и краевые условия в молекулярной динамике. Фазовые превращения в молекулярной динамике: плавление, испарение, мартенситное превращение

P6	16 Сравнение методов численного интегрирования по разным критериям и влияние шага интегрирования на сохранение энергии в модели нелинейного осциллятора; сравнение результатов использования межатомных потенциалов различного типа	ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;УК-1-У1	Сравнение методов численного интегрирования по разным критериям и влияние шага интегрирования на сохранение энергии в модели нелинейного осциллятора; сравнение результатов использования межатомных потенциалов различного типа
P7	17 Использование бинарной корреляционной функции для изучения фазовых превращений; измерение скорости скольжения дислокаций и мартенситного превращения	ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;УК-1-У1	Использование бинарной корреляционной функции для изучения фазовых превращений; измерение скорости скольжения дислокаций и мартенситного превращения
P8	18 Подготовка домашнего задания 1	ОПК-4-В1;ОПК-2-В1;ОПК-2-В2;УК-1-В1	Подготовка домашнего задания 1
P9	21 Метод Монте-Карло и алгоритм Метрополиса для моделирования атомных перемещений	ОПК-4-31;ОПК-2-31;УК-1-31	Метод Монте-Карло и алгоритм Метрополиса для моделирования атомных перемещений
P10	22 Клеточные автоматы и модель решеточного «газа». Моделирование диффузии в сплавах	ОПК-4-31;ОПК-2-31;УК-1-31	Клеточные автоматы и модель решеточного «газа». Моделирование диффузии в сплавах
P11	23 Упорядочение твердых растворов и распад твердых растворов. Коалесценция. Адсорбция и образование пленок	ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;УК-1-У1	Упорядочение твердых растворов и распад твердых растворов. Коалесценция. Адсорбция и образование пленок
P12	24 Определение температурной зависимости концентрации вакансий в модели решеточного «газа»	ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;УК-1-У1	Определение температурной зависимости концентрации вакансий в модели решеточного «газа»
P13	25 Определение кинетики атомного упорядочения и расслоения твердых растворов в модели решеточного «газа»	ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;УК-1-У1	Определение кинетики атомного упорядочения и расслоения твердых растворов в модели решеточного «газа»

P14	26 Подготовка домашнего задания 2	ОПК-4-В1;ОПК-2-В1;ОПК-2-В2;УК-1-В1	Подготовка домашнего задания 2
P15	31 Модель агрегации, ограниченной диффузией. Понятие фрактала. Модель перколяции как геометрический фазовый переход	ОПК-4-31;ОПК-2-31;УК-1-31	Модель агрегации, ограниченной диффузией. Понятие фрактала. Модель перколяции как геометрический фазовый переход
P16	32 Измерение параметров геометрических фазовых переходов в модели перколяции	ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;УК-1-У1	Измерение параметров геометрических фазовых переходов в модели перколяции
P17	41 Принципы и методы моделирования диаграмм фазового равновесия. Модели твердых и жидких растворов	ОПК-4-31;ОПК-2-31;УК-1-31	Принципы и методы моделирования диаграмм фазового равновесия. Модели твердых и жидких растворов
P18	42 Алгоритм определения критических точек диаграмм фазового равновесия	ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;УК-1-У1	Алгоритм определения критических точек диаграмм фазового равновесия
P19	43 Определение температурной зависимости концентрации вакансий в модели решеточного «газа»	ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;УК-1-У1	Определение температурной зависимости концентрации вакансий в модели решеточного «газа»
P20	44 Подготовка курсовой работы	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-2-В2;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1	Подготовка курсовой работы

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен по курсу не предусмотрен

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

По курсу предусмотрен зачет. Зачет проставляется на основе оценок текущего контроля (двух домашних заданий и курсовой работы).

Оценка «зачет» - обучающийся успешно сдал все мероприятия промежуточного контроля.

Оценка «незачет» - обучающийся получил оценку "неудовлетворительно" или не сдал хотя бы одно из мероприятий промежуточного контроля.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Звонарев С. В., Кортов В. С., Штанг Т. В.	Моделирование структуры и свойств наносистем: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014
Л1.2	Данилов Н. Н.	Математическое моделирование: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.3	Соболь И. М., Пирогова Г. Я.	Численные методы Монте-Карло	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1973
Л1.4	Иванов В. В., Кузьмина О. В.	Математическое моделирование: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016
Л1.5	Осипов Ю. В., Славин М. Б.	Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Диффузия: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л1.6	Юрчук С. Ю.	Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Моделирование наносистем методами молекулярной динамики: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л1.7	Шихеева В. В.	Фрактальная геометрия. Детерминированные фракталы: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2019

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Соболь И. М.	Метод Монте-Карло	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1968
Л2.2	Мак-Лоун Р. Р., Крэггс Дж. У., Нобл Б., др., Эндрюс Дж., Мак-Лоун Р. Р.	Математическое моделирование	Библиотека МИСиС	М.: Мир, 1979
Л2.3	Розин К. М., Закутайлов К. В.	Моделирование физических и технологических процессов: учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Губина Т. Н., Тарова И. Н.	Учебно-методическое пособие по дисциплине «Компьютерное моделирование»: учебное пособие	Электронная библиотека	Елец: Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, 2004

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Dissemination of IT for the Promotion of Materials Science (DoITPoMS). Solid Solutions	https://www.doitpoms.ac.uk/tlplib/solid-solutions/index.php
Э2	Хранилище документации Майкрософт для пользователей, разработчиков и ИТ-специалистов	https://docs.microsoft.com/ru-ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	ESET NOD32 Antivirus
П.3	Microsoft Office

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И.3	— Полнотекстовые деловые публикации информгентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
И.4	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com

И.6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И.7	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И.8	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-416	Учебный комплекс по структурной диагностике и материаловедческой экспертизе неорганических материалов методами оптической микроскопии:	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
Б-416	Учебный комплекс по структурной диагностике и материаловедческой экспертизе неорганических материалов методами оптической микроскопии:	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Проведение практических занятий осуществляется исключительно в аудиториях, обеспеченных мультимедийным оборудованием, с возможностью показа презентаций и демонстрации компьютерных моделей.

Проведение лабораторных работ осуществляется в специализированной лаборатории (Б-416), в которой возможна индивидуальная работа студентов с компьютерными моделями, при проведении занятий группы разбиваются на подгруппы, численностью обучающихся не более 12 студентов.

Практические занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов компьютерного моделирования.

Лабораторные занятия должны быть нацелены на практическое изучение различных математических моделей материалов и процессов и особенностей их применения для моделирования

Предусматриваются домашние задания, включающие задачи активному применению изучаемых компьютерных моделей.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение практических занятий с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- использование при проведении занятий специализированной (см. выше) лаборатории с возможностью проведения занятий в интерактивной форме (комплект специального программного обеспечения собственной разработки по моделированию различных процессов и превращений в материалах).

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации (два домашних задания и одна курсовая работа). При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой аттестации.

Подготовка домашних заданий и курсовых работ проводится в часы самостоятельной работы.