

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 03.10.2023 10:22:40

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Физико-химия композиционных материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология

Профиль

Технология наноструктурированных композиционных материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

д.ф.-м.н., проф., Жевненко Сергей Николаевич

Рабочая программа

Физико-химия композиционных материалов

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 18.04.01 Химическая технология (приказ от 30.11.2022 г. № 636 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

18.04.01 Химическая технология, 18.04.01 МХТ-23-1.plx Технология наноструктурированных композиционных материалов, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

18.04.01 Химическая технология, Технология наноструктурированных композиционных материалов, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физической химии

Протокол от 22.06.2022 г., №11-21/22

Руководитель подразделения Салимон А.И.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели освоения дисциплины - научить взаимосвязи между особенностями зонной структуры наноматериалов и их физико-химическими свойствами. Показать влияние электронных и структурных дефектов решетки на свойства кристаллов, а также их роль в протекании твердофазных процессов.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Иностранный язык
2.1.2	Методы исследования материалов
2.1.3	Научно-исследовательская практика
2.1.4	Технологии получения материалов
2.1.5	Углеродосодержащие материалы, композиты
2.1.6	Философские вопросы естествознания
2.1.7	Информационно-аналитические системы в химических технологиях
2.1.8	Основы конструирования накопителей электрической энергии
2.1.9	Структура и свойства поверхности твердых тел
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Научно-педагогическая практика
2.2.2	Преддипломная практика
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

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, выработать стратегию действий
Знать:
УК-1-31 аналитические, вычислительные и экспериментальные методы
УК-6: Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, участвовать в обучении на протяжении всей жизни
Уметь:
УК-6-У1 участвовать в обучении на протяжении всей жизни
ОПК-3: Способен разрабатывать, проектировать новые и сложные объекты (устройства, артефакты и др.), процессы и системы с не полностью определенными и / или конкурирующими спецификациями, которые требуют интеграции знаний из разных областей и нетехнических ограничений, включая нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку
Уметь:
ОПК-3-У1 контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку
ОПК-4: Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты; применять нормы инженерной практики, понимать нетехнических последствий инженерной практики для общества, здравоохранения и безопасности, окружающей среды, экономики и промышленности
Уметь:
ОПК-4-У1 находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности
УК-3: Способен использовать различные методы ясного и недвусмысленного формулирования своих выводов, знаний и обоснований для специализированной и неспециализированной аудиторий в национальном и международном контекстах, организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели
Уметь:

УК-3-У1 организовывать и руководить работой команды
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, выработать стратегию действий
Уметь:
УК-1-У1 выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Уметь:
УК-2-У1 принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации
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, выработать стратегию действий
Владеть:
УК-1-В1 аналитическими, вычислительными и экспериментальными методами

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. Зонная теория твердых тел. Зоны Бриллюэна							
1.1	Зонная структура энергетического спектра кристаллических тел (качественное рассмотрение на примерах в приближении «сильной связи»). /Пр/	3	1	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК-3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
1.2	Обратная решетка. Графическое построение зон Бриллюэна для двумерной простой квадратной решетки /Лек/	3	4	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК-3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
1.3	Классификация кристаллических тел по типу зонной структуры спектра: металлы, диэлектрики, полупроводники. Волновая функция электрона в периодическом потенциальном поле. Функции Блоха. Волновая функция для нулевого волнового вектора. Отражение Брэгга и энергетическая щель. /Пр/	3	2	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК-3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
1.4	Графическое построение зон Бриллюэна для двумерной простой кубической решетки /Лек/	3	4	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК-3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			

1.5	Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ. Подготовка рефератов. /Ср/	3	3	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
1.6	графическое построение зон Бриллюэна для двумерной простой квадратной решетки /Ср/	3	6	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1Л2.2 Л3.1Л2.1 Э1			
1.7	графическое построение зон Бриллюэна для двумерной простой кубической решетки /Ср/	3	14	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1Л1.2 Л2.2Л3.1 Э1			
Раздел 2. Модель Кронига – Пенни.								
2.1	Зоны Бриллюэна. Форма и объем зон Бриллюэна. Фазовая скорость электрона. Эффективная масса. /Лек/	3	4	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
2.2	Применение метода мягких рентгеновских спектров твердых тел для изучения их зонной структуры. /Пр/	3	2	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
2.3	Зоны Бриллюэна. Форма и объем зон Бриллюэна. Групповая скорость электрона. /Лек/	3	4	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
2.4	Характерные свойства переходных металлов, обусловленные перекрытием s – зоны и частично заполненной d- зоны /Пр/	3	2	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
2.5	Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ. Подготовка рефератов. /Ср/	3	5	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
2.6	Применение метода мягких рентгеновских спектров твердых тел для изучения их зонной структуры. /Ср/	3	8	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л3.1Л2.1 Э1			
Раздел 3. Диэлектрические свойства изоляторов								
3.1	Полупроводники: собственные и примесные. Энергия примесных состояний. /Лек/	3	4	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			

3.2	Зависимость химического потенциала примесного полупроводника от концентрации примеси и влияние этих изменений на адсорбционные равновесия «газ-полупроводник». /Пр/	3	2	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
3.3	Положение химического потенциала (уровня Ферми) в энергетическом спектре полупроводника. /Лек/	3	4	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
3.4	Вычисления равновесной концентрации вакансий в элементарных кристаллических телах. /Пр/	3	2	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
3.5	Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ. Подготовка рефератов. /Ср/	3	3	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
3.6	Вычисления равновесной концентрации вакансий в элементарных кристаллических телах. /Ср/	3	9	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1				
	Раздел 4. Точечные дефекты кристаллических решеток и их влияние на физико-химические свойства кристаллов.							
4.1	Поляризация, ее составляющие и механизмы возникновения. Индуцированные диполи. Электронная и ионная поляризуемость. Диэлектрическая проницаемость твердых тел. Локальные поля. /Лек/	3	2	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
4.2	Вычисление концентрации дефектов по Шоттки и дефектов по Френкелю в стехиометрических ионных кристаллах с поправкой на изменение колебательной энтропии кристалла. /Пр/	3	1	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
4.3	Температурная зависимость диэлектрической проницаемости. Переменные поля. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости. Статическая и оптическая диэлектрические проницаемости. /Лек/	3	2	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			

4.4	Оценка энергии образования точечных дефектов в ионных кристаллах. /Пр/	3	1	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
4.5	Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ.Подготовка рефератов. /Ср/	3	3	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
	Раздел 5. Влияние дефектов в кристаллической решетке ионного кристалла на кинетику твердофазных реакций							
5.1	Влияние дефектов в кристаллической решетки ионного кристалла на кинетику твердофазных реакций (на примере окисления металлов.) Двойной электрический слой на межфазных границах раздела окисел – металл и окисел – кислород. /Лек/	3	4	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
5.2	Влияние примеси замещения на концентрацию дефектов по Шоттки в ионных кристаллах (на примере хлорида натрия с примесью кальция).Нестехиометричность в галогенидах щелочных металлов. F- и V- центры и их влияние на оптические свойства кристаллов. /Пр/	3	1	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
5.3	Радиус экранирования и классификация процессов окисления по роли приповерхностных электрических полей на их кинетику. Теория Мота и Кобреры. /Лек/	3	1	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
5.4	Оценка зависимости максимума полосы поглощения F – центров галогенидов от периода решетки на основании «ящичной» модели. Нестехиометричность оксидов с избытком металла и неметалла. /Пр/	3	1	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
5.5	Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ.Подготовка рефератов. /Ср/	3	3	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК -3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1 -У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			

	Раздел 6. Структурная устойчивость и теория катастроф, активные среды теория параболического окисления Вагнера.							
6.1	Кинетика роста «толстых» оксидных пленок на металлах: теория параболического окисления Вагнера. Кинетика роста «тонких» пленок: параболический и кубический законы окисления. Кинетика роста «очень тонких» окисных пленок: логарифмический и обратнологарифмический законы окисления. /Лек/	3	1	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК-3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
6.2	Влияние легирующих добавок на константу скорости окисления металла. Теория роста «толстых» оксидных пленок на металлах (Вагнер). Оценка констант скорости параболического окисления металлов(на примерах Cu2O на Cu и ZnO на Zn) /Пр/	3	2	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК-3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
6.3	Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ.Подготовка рефератов. /Ср/	3	3	ОПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК-3-У1 УК-1-31 УК-2-У1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			

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	Коллоквиум	ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;УК-6-У1;УК-3-У1;УК-2-У1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1	Влияние дефектов в кристаллической решетки ионного кристалла на кинетику твердофазных реакций Двойной электрический слой на межфазных границах раздела окисел – металл и окисел – кислород

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
Р1	Реферат	ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;УК-6-У1;УК-3-У1;УК-2-У1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1	ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ Концентрация электронов и дырок в собственном и примесном полупроводниках. Положение химического потенциала в энергетическом спектре полупроводника и его зависимость от концентрации примеси. Оценка энергии образования дефектов по Шоттки в ионных кристаллах Влияние легирующих добавок на скорость окисления металлов (теория Вагнера).

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

Волновая функция для нулевого волнового вектора

Зоны Бриллюэна. Форма и объем зон Бриллюэна.

Полупроводники: собственные и примесные. Энергия примесных состояний.

Диэлектрическая проницаемость твердых тел. Локальные поля

Кинетика роста «толстых» оксидных пленок на металлах: теория параболического окисления Вагнера.

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

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно применяет полученные знания на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляет их после дополнительных и наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания для решения простых задач, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «неявка» – обучающийся на экзамен не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Фистуль В. И.	Амфотерные примеси в полупроводниках	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1992

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Блейкмор Дж.	Физика твердого состояния: пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1972
Л2.2	Жуховицкий А. А., Шварцман Л. А.	Физическая химия: Учебник для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Андреев Л. А., Новиков А. В., Новикова Е. А., Бокштейн Б. С.	Физика и химия твердого тела. Точечные дефекты в ионных кристаллах: Метод. указания для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2003
Л3.2	Андреев Л. А., Новиков А. В., Новикова Е. А., Бокштейн Б. С.	Физика и химия твердого тела. Металлы и полупроводники: практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2005

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Каталог Российской государственной библиотеки (РГБ) [Электронный ресурс].	http://www.aleph.rsl.ru
----	---	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MATCAD
П.2	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.3	ESET NOD32 Antivirus
П.4	Win Pro 10 32-bit/64-bit

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И.2	— Полнотекстовые деловые публикации информгентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
И.3	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 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

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