

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Димитровградский инженерно-технологический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ДИТИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

(в состав которого входит кафедра-составитель)

« ____ » _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.1.4 Основы физического материаловедения

Направление подготовки _____ *14.04.02 Ядерные физика и технологии*

Квалификация выпускника _____ *Магистр*

Профиль _____ *"Реакторное материаловедение"*

Форма обучения _____ *очная*

Выпускающая кафедра _____ *Кафедра ядерных реакторов и материалов*

Кафедра-разработчик рабочей программы _____ *Кафедра ядерных реакторов и материалов*

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., час./зачет)
1	180 (5)	19	38		96	зачет
Итого	180 (5)	19	38		96	экзамен, 27

Димитровград
2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
4.1. Структура дисциплины.....	5
4.2. Содержание дисциплины.....	6
4.2.1 Наименование тем, их содержание и объём в часах.....	6
4.2.2 Темы практических занятий, их содержание и объём в часах.....	7
4.2.3. Темы лабораторных занятий, их содержание и объём в часах.....	8
4.3 Организация самостоятельной работы студентов.....	8
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	8
5.1. Образовательные технологии.....	8
5.2. Информационные технологии.....	9
6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ).....	9
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	9
6.1.1. Модели контролируемых компетенций.....	9
6.1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции:.....	10
6.2. Оценочные средства для входной, текущей и промежуточной аттестации (аннотация).....	10
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы.....	11
7.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	12
7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	12
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
---	----

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – ознакомление студентов с реальным строением материалов, с физической природой и степенью влияния строения и состава на физические свойства материалов, с зависимостями строения и свойств от ряда внешних факторов, с возможностями целенаправленного изменения структуры и свойств.

Физическое материаловедение – область знаний, охватывающая совокупность средств, способов и методов научной и инженерной деятельности по разработке новых и улучшению существующих неорганических материалов, процессов их получения и обработки; разработку, применение и развитие методов исследования, контроля и управления качеством материалов по их составу, структуре и свойствам; созданию, сопровождению и использованию информационных систем по материалам.

Задачи дисциплины:

- изучить метод термодинамических потенциалов, прикладную термохимию, условия стабильности и зарождения фаз, неидеальные растворы, термодинамическую теория диаграмм состояния, физические причины распада и упорядочения твердых растворов;
- понять физико-химию взаимодействия материалов с окружающей средой, закономерности химической и электрохимической коррозии конструкционных материалов, методы защиты от коррозии, основы проектирования и изготовления коррозионно-стойких металлоконструкций;
- рассмотреть теорию диффузии примесей в веществе под действием различных внешних факторов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Основы физического материаловедения относится к основным дисциплинам вариативной части блока 1 общенаучного модуля учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание основных разделов математики, физики, квантовой механики, умения строить математические модели физических процессов, решать дифференциальные уравнения, владение культурой мышления, обобщения, анализа, восприятия информации.

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Содержание компетенции
ПК-1	способность к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом, физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды
ПК-2	готовность к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов

ПК-4	способность применять экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области
------	--

В результате изучения дисциплины студент должен:

1) Знать:

3.1 современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов;

3.2 методы оценки количественных характеристик распределения примесей и фаз в материалах.

3.3 основные понятия, законы и модели химических систем, термодинамики и химической кинетики, реакционной способности веществ.

2) Уметь:

У.1 анализировать кинетику фазовых и структурных превращений для прогноза фазового состава, структуры и свойств многокомпонентных систем;

У.2 оценивать и прогнозировать технологические и эксплуатационные свойства материалов с использованием современных компьютерных и информационных технологий;

У.3 прогнозировать структурно-фазовые изменения в сплавах и композитах при внешних воздействиях и определять способы стабилизации структуры.

3) Владеть:

В.1 современными базовыми знаниями в области физического материаловедения;

В.2 навыками обоснования применения тех или иных материалов для решения задач расчета современных физических установок и устройств.

В.3 решать задачи диффузии аналитически и численными методами.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕТ), 108 академических часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
		Лекции	Практ. работы	Лаб. работы	В т.ч. в ИФ	Самостоятельная работа			
1 семестр									
1	Термодинамика в материаловедении	8	16		9	40	1АЗ, 2ДР, 3АЗ, 4ДР, 5АЗ, 6ДР, 7АЗ, 8ДР	9КР	25
2	Диффузионные процессы	8	16		9	40	10ПР, 11АЗ, 12ПР, 13АЗ, 14 ДР, 15АЗ, 16ДР	17КР	25
3	Совместимость и коррозия материалов	3	6		4	16	17 АЗ, 18ДР	19ПР	10
	Экзамен							20ИК	40
Итого за 2 семестр:		19	38		4	96			100

ИК – итоговый контроль, ДР – домашняя работа, ПР – домашняя практическая работа, КР – контрольная работа.

4.2. Содержание дисциплины

Удельный вес проводимых в активных и интерактивных формах проведения аудиторных занятий по дисциплине составляет 38%.

4.2.1 Наименование тем, их содержание и объём в часах

Раздел 1. Термодинамика в материаловедении

Тема 1.1. Метод термодинамических потенциалов (2 часа)

Основные понятия и законы термодинамики. Время релаксации. Равновесие в изолированных системах. Энтальпия. Принцип максимума энтропии. Термодинамические потенциалы. Потенциалы Гиббса, Гельмгольца. Соотношения Максвелла. Экстремальные свойства потенциалов. Химический потенциал. Условие химического равновесия.

Тема 1.2. Прикладная термохимия (2 часа)

Фундаментальные уравнения относительно свободной энергии. Явные условия термодинамического равновесия. Теплоемкость при постоянном давлении или объёме. Влияние температуры на термодинамические функции. Влияние давления на термодинамические величины.

Тема 1.3. Фазовые равновесия (2 часа)

Фазовые равновесия. Однокомпонентные системы. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода. Давление насыщенных паров. Тройная точка. Формула Клапейрона-Клаузиуса. Система из различных веществ. Правило фаз Гиббса.

Тема 1.4. Фазовые превращения (2 часа)

Термодинамические стимулы фазовых превращений. Физические явления при фазовых превращениях. Соотношения Эренфеста. Условия стабильности фаз. Гомогенное зарождение фаз. Гетерогенное зародышеобразование.

Раздел 2. Диффузионные процессы

Тема 2.1. Математическое моделирование диффузии (2 часа).

Диффузия. Механизмы диффузии в твердом теле. Самодиффузия. Температурная зависимость коэффициента диффузии. Уравнения диффузии. Первый и второй законы Фика. Диффузия из постоянного источника. Диффузия из переменного (ограниченного) источника. Экспериментальные методы определения коэффициентов диффузии. Методы расчёта продолжительности диффузионного отжига.

Тема 2.2. Концентрационная зависимость коэффициентов диффузии (2 часа).

Зависимость коэффициентов диффузии от концентрации примеси D . Решение граничных задач для переменного значения D . Метод Матано-Больцмана. Эффект Киркендала и анализ Даркена.

Тема 2.3. Многофазная диффузия (2 часа).

Диффузия, сопровождающаяся фазовыми превращениями (реактивная диффузия). Границы фаз. Влияние электрического поля на диффузионные процессы в кристаллах. Соотношение Эйнштейна. Разделение примесей электрическим током. Применение для получения особо чистых металлов.

Тема 2.4. Диффузия и дефекты решетки (2 часа).

Дефекты кристалла и диффузионная проницаемость. Влияние точечных дефектов на самодиффузию. Диффузия при наличии пористости. Диффузия в поле напряжений, создаваемых винтовыми и краевыми дислокациями. Решение для очень малых и средних времён. Облако Котрелла. Диффузия по границам зёрен. Модель Фишера.

Раздел 3. Совместимость и коррозия материалов

Тема 3.1. Химическая коррозия металлов (2 часа).

Совместимость материалов со средой. Коррозия. Классификация процессов коррозии. Классификация коррозионных повреждений. Состав и структура оксидов. Эпитаксия. Метод определения парциальных давлений газа при получении эпитаксиальных плёнок. Толщина и защитные свойства пленок. Кинетика химической газовой коррозии металлов. Линейный и параболический закон роста окисла. Оксидные пленки на поверхности железа. Состав. Свойства.

Тема 3.2. Электрохимическая коррозия (1 час).

Растворение твердого металла в жидком. Влияние примесей в жидких металлах на их совместимость с материалами Основные пути снижения взаимодействия конструкционных материалов с жидкометаллическими теплоносителями.

4.2.2 Темы практических занятий, их содержание и объём в часах

Раздел 1. Термодинамика в материаловедении

Тема 1.1. Метод термодинамических потенциалов (4 часа)

Решение задач на свойства термодинамических потенциалов. Метод Якобианов. Вывод соотношений Максвелла. Решение задач на условие химического равновесия.

Тема 1.2. Прикладная термохимия (4 часа)

Связь теплоемкостей при постоянном давлении или объеме для различных состояний вещества. Решение задач на вывод соотношений между теплоемкостями и термодинамическими потенциалами. Влияние температуры на термодинамические функции. Влияние давления на термодинамические величины.

Тема 1.3. Фазовые равновесия (4 часа)

Вывод выражения для давления насыщенного пара над искривленной поверхностью. Правило фаз Гиббса. Решение задач на уравнение Гиббса-Дюгема.

Тема 1.4. Фазовые превращения (4 часа)

Термодинамические стимулы фазовых превращений. Физические явления при фазовых превращениях. Вывод соотношений Эренфеста. Нахождение свободной энергии и критического радиуса зародыша новой фазы при гомогенном и гетерогенном зародышеобразовании.

Раздел 2. Диффузионные процессы

Тема 2.1. Математическое моделирование диффузии (4 часа).

Связь диффузии с температуропроводностью среды. Задачи на экспериментальное определение коэффициентов диффузии и на закон Арениуса. Решение задачи диффузия из постоянного источника методом канонической замены переменных и методом преобразований Лапласа. Решение задачи диффузия из переменного (ограниченного) источника методом канонической замены переменных и методом преобразований Лапласа.

Тема 2.2. Концентрационная зависимость коэффициентов диффузии (4 часа).

Решение граничных задач для переменного значения D методом Матано-Больцмана. Задачи на эффект Киркендала.

Тема 2.3. Многофазная диффузия (4 часа).

Построение диффузионных профилей в многофазных системах. Вывод соотношений Эйнштейна для механической и электрической подвижности примеси.

Тема 2.4. Диффузия и дефекты решетки (4 часа).

Решение задач на связь энергии активации диффузии и миграции точечных дефектов. Расчет времени образования примесных атмосфер вокруг дислокаций. Решение для очень малых и средних времён. Облако Котрелла. Решение задачи зернограничной диффузии.

Раздел 3. Совместимость и коррозия материалов

Тема 3.1. Химическая коррозия металлов (4 часа).

Расчет равновесных парциальных давлений газа при протекании химических реакций в многофазной системе. Задачи кинетику химической газовой коррозии металлов и других химических реакций. Линейный и параболический закон роста окисла.

Тема 3.2. Электрохимическая коррозия (2 час).

Растворение твердого металла в жидком. Влияние примесей в жидких металлах на их совместимость с материалами Основные пути снижения взаимодействия конструкционных материалов с жидкометаллическими теплоносителями.

4.2.3. Темы лабораторных занятий, их содержание и объём в часах

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом направления подготовки.

4.3 Организация самостоятельной работы студентов

Учебным планом дисциплины на самостоятельную работу студентов отводится 96 часа в 1 семестре.

В качестве самостоятельной работы студент выполняет задания, указанные в учебниках, сборниках задач и методических материалах. В качестве самостоятельной работы студент может: а) проработать конспект лекций, вывести расчетные формулы; б) Выполнить домашнюю работу по теме практического занятия; в) проработка разделов, вынесенных на самостоятельное изучение.

Также предусмотрено время самостоятельной работы для подготовки к итоговым контрольным по разделам.

Вид самостоятельной работы	Самостоятельная работа студента (СРС)
1 семестр	
Изучение теоретического материала (задания лектора)	10
Подготовка к контрольным работам и тестам по материалам лекций	10
Подготовка и защита практических работ	66
Допуск к экзамену	10
Итого по учебному плану за 1 семестр	96

Отчетность по самостоятельной работе – опрос студента на лекционных занятиях, защита домашних работ и решение контрольных заданий.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Образовательные технологии

При реализации программы курса «Основы физического материаловедения» используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций. Практические занятия проводятся в форме семинаров по коллективному отысканию решения задач.

Используются следующие типы проведения лекционных занятий:

- контекстное обучение;
- междисциплинарное обучение.
- информационная лекция;

- лекция-визуализация;
- лекция с разбором конкретной задачи.

Используются следующие типы проведения практических занятий:

- мозговой штурм. Наиболее свободная форма дискуссии, позволяющей быстро включить в работу всех членов учебной группы. Используется там, где требуется генерация разнообразных идей, их отбор и критическая оценка. Этапы продуцирования идей и их анализа намеренно разделены: во время выдвижения идей запрещается их критика. Внешне одобряются и принимаются все высказанные идеи. Больше ценится количество выдвинутых идей, чем их качество. Идеи могут высказываться без обоснования;
- работа в группе: совместная работа студентов при аудиторном решении задач;
- занятия с применением затрудняющих условий (временные ограничения).

5.2. Информационные технологии

Для лекционных демонстраций используется следующее программное обеспечение:

- средство подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
- проигрыватель Windows Media Player.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Текущий контроль студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- контроль посещения лекционных занятий;
- устные опросы;
- работа у доски на практических занятиях;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность,

исполнительность, инициативность) – своевременная сдача письменных домашних заданий (до 5 баллов в семестр за активность).

Промежуточный контроль студентов производится в следующих формах:

- контрольные работы;
- индивидуальные домашние задания.

Итоговый контроль по результатам 1 семестра по дисциплине проходит в форме экзамена.

6.1.1. Модели контролируемых компетенций

Оценочные средства для контроля по дисциплине направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся компетенции:

ПК-1 способность к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом, физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды;

ПК-2 готовность к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов.

ПК-4 способность применять экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области.

В результате освоения дисциплины для формирования данных компетенций студенты должны:

1) Знать:

3.1 современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов;

3.2 методы оценки количественных характеристик распределения примесей и фаз в материалах.

3.3 основные понятия, законы и модели химических систем, термодинамики и химической кинетики, реакционной способности веществ.

2) Уметь:

У.1 анализировать кинетику фазовых и структурных превращений для прогноза фазового состава, структуры и свойств многокомпонентных систем;

У.2 оценивать и прогнозировать технологические и эксплуатационные свойства материалов с использованием современных компьютерных и информационных технологий;

У.3 прогнозировать структурно-фазовые изменения в сплавах и композитах при внешних воздействиях и определять способы стабилизации структуры.

3) Владеть:

В.1 Современными базовыми знаниями в области физического материаловедения;

В.2 Навыками обоснования применения тех или иных материалов для решения задач расчета современных физических установок и устройств.

В.3 решать задачи диффузии аналитически и численными методами.

6.1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
1	Термодинамика в материаловедении	ПК-1, ПК-2, ПК-4	А31-4, ДР1-4	КР1
2	Диффузионные процессы	ПК-1, ПК-2, ПК-4	А35-8, ДР5-6, ПР1-2	КР2
3	Совместимость и коррозия материалов	ПК-1, ПК-2, ПК-4	А39, ДР7	ПР3

Формами аттестации по дисциплине являются домашние, контрольные работы и зачет во 2-м семестре.

6.2. Оценочные средства для входной, текущей и промежуточной аттестации (аннотация)

№	Наименование оценочного средства *	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Аудиторные задачи	Комплекс учебных заданий для группы обучающихся. Позволяет оценить умения обучающихся работать в группе при решении практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления.	Комплект задач для семинарских занятий
2	Домашняя работа	Средство, позволяющее оценить теоретическую подготовленность и кругозор студента. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно	Задания для самостоятельного решения, расчетно-

		конструировать свои знания в процессе решения практических задач.	графические работы
3	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 7.1 – Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Кол-во экземпляров
Основная литература						
1	Елманов Г.Н. [и др.].	Физическое материаловедение: в 7-ми т. / ред. Б. А. Калинин. – Т.2: Основы материаловедения	Москва	НИЯУ МИФИ	2012	10
2	Калин Б.А., Чернов И.И.	Методические рекомендации к выполнению курсового проекта по учебной дисциплине "Физическое материаловедение" [Электронный ресурс] http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=%D0%94%D0%98%D0%A2%D0%98+%D0%9D%D0%98%D0%AF%D0%A3+%D0%9C%D0%98%D0%A4%D0%98&Z21ID=DITIMEPHI&PATH=book-mephi%2FUIL%2FKalin_Metodicheskie_rekomendacii_k_vypolneniju_kursovogo_proekta_po_uchenoj_discipline_Fizicheskoe_materialovedenie_2009.pdf	Москва	НИЯУ МИФИ	2009	1
3	Под общей редакцией А. А. Хасина	Задачи по химической термодинамике http://www.catalysis.ru/resources/books/khasin/khasin.pdf	Новосибирск	НГУ	2009	1
4	Смирнов Е.А., Елманов Г.Н., Исаенкова М.Г.	Сборник задач по физике конденсированного состояния: Учебное пособие.	Москва	НИЯУ МИФИ	2012	1
Дополнительная литература						
1	Трушин Ю.В.	Физическое материаловедение. http://www.studmed.ru/trushin-yuv-fizicheskoe-materialovedenie_cc22b78e05f.html	СПб	Наука	2000	1

2	Лыков А.В.	Теория теплопроводности	Москва	Высшая школа	1967	1
3	Нечаев В.В., Смирнов Е.А.	Физическая химия сплавов. Учебное пособие	Москва	НИЯУ МИФИ	2006	1
4	Нечаев В.В.	Основы прикладной термодинамики. Фазовые равновесия. Учебное пособие.	Москва	НИЯУ МИФИ	2002	1
5	Нечаев В.В., Елманов Г.Н.	Термодинамические расчеты металлургических процессов. Учебное пособие	Москва	НИЯУ МИФИ	2001	1

7.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научная электронная библиотека elibrary.ru, <http://elibrary.ru/>
2. Электронная библиотечная система издательства Лань, www.e.lanbook.com.
3. Электронное периодическое издание «КнигаFund.Ru», <http://www.knigafund.ru/>
4. Сайт «В помощь студентам, изучающим физику», <http://www.iatehysics.narod.ru>
5. ЭБС НИЯУ МИФИ, <http://library.mephi.ru>
6. ЭБС «Политтехресурс» («Консультант студента»), <http://www.studmedlib.ru/>
7. ЭБС «Айбукс», <http://ibooks.ru/>
8. ЭБС «Купер Бук», <http://kuperbook.biblioclub.ru/>
9. ЭБС «Лань», <http://e.lanbook.com/>

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Электронная обработка данных при решении задач, возможность чтения лекций с использованием электронного курса лекций, использование справочных ресурсов сети Интернет.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами. Ее содержание представлено в локальной сети института и находится в режиме свободного доступа для студентов. Для преподавания дисциплины возможно использование мультимедийных презентаций.

Лекционные занятия:

- комплект электронных учебников,
- аудитория корп.3; оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер),
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Программное обеспечение – MS Office: Exel, PowerPoint; Windows Media Player, Adobe Reader XI.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

вид учебных	Организация деятельности студента
-------------	-----------------------------------

занятий	
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание понятиям и определениям, раскрыть их физический смысл.
Практические занятия	Проработка программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, решение задач по алгоритму и коллективно методом мозгового штурма.
Контрольная работа/индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др. Выполнение расчетно-графической работы.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.