



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)


ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП ДТФИТ

И.о. зам. директора по учебной и
методической работе ИНТПМ


(подпись)

Нефедев К.В.
(ФИО)



(подпись)

Красицкая С.Г.
(ФИО.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Фазовые превращения в металлах и сплавах
Программа бакалавриата
по направлению подготовки 03.03.02 Физика,
профиль «Цифровые технологии в физике»

Форма подготовки очная

курс 4 семестр 8

лекции 30 час.

практические занятия 00 час.

лабораторные работы 50 час.

в том числе с использованием

всего часов аудиторной нагрузки 80 час.

самостоятельная работа 28 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час (если экзамен предусмотрен).

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 0 семестр

экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями
Федерального государственного образовательного стандарта
по направлению подготовки **03.03.02 Физика**,
утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ
от 7 августа 2020 г. № 891.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента теоретической физики и
интеллектуальных технологий, протокол № 4 от «25» ноября 2021 г.

Директор Департамента: Нефедев К.В.

Составители: профессор, д.ф.-м.н. Афремов Л. Л., доцент, к.ф.-м.н. Ильюшин И. Г.

Владивосток,
2022

Оборотная сторона титульного листа РЦД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании ДТФИТ:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании ДТФИТ:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III Рабочая программа пересмотрена на заседании ДТФИТ:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании ДТФИТ:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

1. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: сформировать у студента систематические знания о различных типах структурно-фазовых превращениях в металлах и сплавах.

Задачи:

- Ознакомить с систематикой фазовых превращений в конденсированных средах и твердых телах;
- ознакомить с принципами термодинамического и статистического описаний фазовых превращений;
- ознакомить с классификацией фазовых превращений;
- ознакомить с основными типами превращений в твердых телах, их механизмами и их проявлениями при формировании физико-механических свойств;
- ознакомить с модельными теориями фазовых переходов их свойствами;
- ознакомить с основными методами исследования фазовых превращений в конденсированных средах.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен применять методы научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК -2.3 Выбирает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач НИР

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК -2.3 Выбирает методы исследования и технические	Знает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач НИР

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
средства и для решения поставленных задач НИР	Умеет выбирать методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач НИР
	Владеет навыками применения методов исследования и технических средств и для решения поставленных задач НИР

2. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единиц (144 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине могут являться:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – _____ очная _____.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Конденсированные системы	8	10	15			9	12	Экзамен
2	Фазовые превращения	8	10	15			9	12	
3	Сверхпроводящие свойства и экспериментальные методы	8	10	20			10	12	
	Итого:	8	30	50			28	36	Экзамен

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел 1. Конденсированные системы 10 час. Общая характеристика. Пять типов конденсированных систем. Ближний и дальний порядок. Система несжимаемых шаров. Конденсация модельных систем. Термодинамика фазовых превращений. Принципы плотной упаковки. Гомо- и гетерогенные системы. Зарождение и рост фаз. Классическая кривая изотермического превращения. Энтропия смешения. Концентрационная зависимость термодинамического потенциала твердого раствора.

Тема 1. Конденсированные системы 2 час. Общая характеристика. Пять типов конденсированных систем. Текучесть твердых тел и хрупкость жидкостей. Основные способы получения конденсированных систем. Кристаллизация. Стеклование. Аморфизация. Жидкие кристаллы. Поликристаллы. Нанокристаллы. Монокристаллы. Многообразие фазовых переходов.

Тема 2. Принципы строения конденсированных сред 2 час. Ближний и дальний порядок. Система несжимаемых шаров. Газ и конденсированная система. Структура конденсированной системы и среды. Функция радиального распределения частиц. Конденсация модельных систем: газ, двухатомный газ, линейная цепочка, плоский слой шаров, объемная укладка шаров. Плотные упаковки. Принципы плотной упаковки: энергия, тип связи. Принцип валентной упаковки: направленные связи (обменное взаимодействие), ковалентные структуры.

Тема 3. Термодинамическое описание фаз и фазовых переходов в бинарных системах 2 час. Термодинамика фазовых превращений. Виды состояний термодинамических систем. Классификация фазовых превращений. Гомо- и гетерогенные системы. Фаза, параметры фазы. Термодинамические потенциалы и условия равновесия. Механическое, тепловое и материальное взаимодействие фаз. Правило фаз Гиббса

Тема 4. Классификация фазовых переходов 2 час. Зарождение и рост фаз. Характерные особенности зарождения и роста фаз. Характерные особенности мартенситных превращений. Классификация по процессам роста. Классическая кривая изотермического превращения. Фазовые переходы 1 и 2 рода. Феноменологическая теория фазовых переходов 2-го рода Ландау. Изменение симметрии при фазовых переходах. Мартенситные превращения. Диаграммы состояний.

Тема 5. Статистическая теория фазовых превращений в бинарных растворах 2 час. Общие принципы. Энергия связи твердого тела в приближении парного взаимодействия. Энтропия смешения. Концентрационная зависимость термодинамического потенциала твердого

раствора. Основные диаграммы фазовых состояний бинарных систем. Метод геометрической термодинамики. Температурная зависимость растворимости.

Раздел 2. Фазовые превращения 10 час. Распад твердого раствора. Спинодальный распад. Концентрационные напряжения; напряжения при "неизоморфном" распаде. Модулированные структуры. Модель фазовых переходов типа атомных смещений. Связанные колебания трехмерных атомных решеток. Спектр колебаний и свойства мягких мод. Массоперенос и фазовые превращения в сложных системах, инициируемые деформацией. Механическое сплавление (механоактивация). Влияние облучения высокоэнергетическими частицами на структуру металлов и сплавов. Ионная имплантация.

Тема 6. Модельные теории фазовых превращений 2 час. Стабильность фаз и механизмы фазовых превращений в твердом состоянии. Роль межфазной границы при фазовых превращениях. Бездиффузионные и диффузионные фазовые превращения. Распад твердого раствора. Спинодальный распад. Концентрационные напряжения; напряжения при "неизоморфном" распаде. Модулированные структуры. Упорядочение атомно-кристаллической структуры. Статистическая теория дальнего порядка.

Тема 7. Твердофазные реакции 2 час. Модель фазовых переходов типа атомных смещений. Связанные колебания трехмерных атомных решеток. Спектр колебаний и свойства мягких мод. Экспериментальное исследование фазовых колебаний типа смещения. Фазовые переходы типа порядок-беспорядок. Статистическая теория ближнего порядка. Модель Изинга. Критические явления.

Тема 8. Твердофазные реакции 2 час. Массоперенос и фазовые превращения в сложных системах, инициируемые деформацией. Механическое сплавление (механоактивация). Влияние облучения высокоэнергетическими частицами на структуру металлов и сплавов. Ионная имплантация. Твердофазные реакции аморфизации (отжиг диффузионных пар, насыщение водородом, механические воздействия, облучение).

Тема 9. Мартенситные превращения. Полиморфные превращения 2 час. Мартенситные и массивные превращения. Роль энергии упругой деформации и межфазовой поверхностной энергии в формировании микроструктуры. Сдвиговое и "нормальное" превращение в железе и его сплавах, видманштеттовы структуры. Массивные превращения. Кристаллогеометрия превращений в сплавах железа. Морфологические

типы мартенсита и особенности кинетики. Кристаллографические (феноменологические) теории мартенситного превращения. Механизмы зарождения и роста при мартенситных превращениях, предпереходные явления. Обратимое мартенситное превращение, мартенситные реакции и особые свойства материалов (материалы с памятью формы, сверхупругость. Полиморфные превращения в металлах и сплавах. Изменение свойств материалов при превращениях.

Тема 10. Границы зерна и фаз. Фазовые переходы на границах зерен 2 час. Размерные эффекты при фазовых превращениях. Строение границ зерен. Решетка совпадающих узлов; зернограницные дислокации. Регулярные и нерегулярные границы; их энергия и свободный объем. Термодинамика зернограницных фазовых переходов. Модельные теории фазовых переходов на границе зерен. Фазовые переходы смачивания на границах зерен. Фазовые переходы на границах зерен и межфазных границах. Сегрегации примеси и включения в границах, их кинетика.

Раздел 3. Сверхпроводящие свойства и экспериментальные методы 10 час. Основные свойства сверхпроводящего состояния. Термодинамика сверхпроводников. Промежуточное состояние. Теория Лондонов. Основные идеи микроскопической теории сверхпроводимости. Критерий сверхтекучести. Фононное притяжение. Куперовское спаривание. БКШ-теория. Диффузное рентгеновское рассеяние. Электронная микроскопия и ее разновидности. Электронная дифракция. Локальный рентгеноспектральный анализ, рентгеновская фотоэлектронная и Оже-спектроскопия. Обратное резерфордское рассеяние. Вторичная ионная масс-спектроскопия. Магнитометрия. Компьютерное моделирование.

Тема 11. Сверхпроводящие свойства металлов 5 час. Основные свойства сверхпроводящего состояния. Термодинамика сверхпроводников. Промежуточное состояние. Теория Лондонов. Основные идеи микроскопической теории сверхпроводимости. Критерий сверхтекучести. Фононное притяжение. Куперовское спаривание. БКШ-теория. Теория Гинзбурга-Ландау. Сверхпроводники первого и второго рода. Поверхностная энергия. Квантование магнитного потока. Вихревая решётка Абрикосова. Туннельный контакт. Эффект Джозефсона.

Тема 12. Экспериментальные методы исследования фазовых переходов и превращений в конденсированных средах 5 час. Металлография. Фрактография. Микро- и наноиндентирование. Термографический анализ. Дилатометрия. Рентгенофазовый анализ и рентгеновская дифрактометрия. Высокотемпературная рентгенография. Нейтронография. Малоугловое рентгеновское и нейтронное рассеяние.

Диффузное рентгеновское рассеяние. Электронная микроскопия и ее разновидности. Электронная дифракция. Локальный рентгеноспектральный анализ, рентгеновская фотоэлектронная и Оже-спектроскопия. Обратное резерфордское рассеяние. Вторичная ионная масс-спектроскопия. Магнитометрия. Компьютерное моделирование.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. 10 час. Термически анализ чистых металлов и градуировка термопары Проведение термического анализа чистых металлов: олова (Sn), свинца (Pb), цинка (Zn), построение градуировочной кривой применяемой термопары. Задание: Провести термический анализ чистых металлов: олова (Sn), свинца (Pb), цинка (Zn) 2. Построить кривые охлаждения для чистых металлов. 3. По кривым охлаждения определить значения ЭДС, характеризующие температуры кристаллизации чистых металлов. 4. Построить градуировочную кривую для хромель-алюмелевых термопар.

Методика рекомендации выполнению заданий

В лабораторной работе используются чистые металлы: олово, свинец, цинк.

1. Тигель с металлом установить в малую муфельную печь и нагревать выше температуры плавления исследуемого металла;
2. В расплавленный металл опустить термопару, защищенную огнеупорным колпачком;
3. Малую муфельную печь выключить. Металлы охлаждать вместе с печью;
4. С момента начала охлаждения, показания милливольтметра через каждые 30 секунд записывать в табличной форме.

Порядок оформления отчета

В отчете приводятся:

1. Цель работы и задания по ее выполнению;
2. Краткие сведения по теории кристаллизации чистых металлов;
3. Результаты измерения ЭДС для всех исследуемых металлов в табличной форме.
4. Кривые охлаждения в координатах: ЭДС – время, выполненные на миллиметровой бумаге;
5. Таблица со значениями ЭДС кристаллизации исследуемых металлов;

6. График - градуировочная кривая для хромель-алюмелевой термопары, выполненная на миллиметровой бумаге.

Контрольные вопросы

1. Чистые материалы, применяемые в работе: основные химические характеристики.
2. Принцип работы термопары. Конструкция, применяемые материалы.
3. Суть термического анализа чистых металлов.
4. Условия кристаллизации из расплава чистых металлов.
5. Определение «теоретической температуры кристаллизации». Чем она отличается от фактической температуры кристаллизации.
6. Объяснить термин «степень переохлаждения».
7. Методика проведения термического анализа.
8. Методика построения градуировочного графика термопары.
9. Влияние скорости охлаждения на степень переохлаждения.
10. Центры кристаллизации и скорость роста кристаллов.
11. Оборудование проведения термического анализа.
12. Порядок проведения работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. 10 час. Термический анализ свинцово-сурьмянистых сплавов и построение диаграммы состояния.

Проведение термического анализа свинцово-сурьмянистых сплавов с различной концентрации компонентов и построение экспериментальной диаграммы состояния.

Задание

1. Провести термический анализ свинцово-сурьмянистых сплавов с различным соотношением компонентов.
2. Определить значения критических температур для каждого исследуемого сплава.
3. Построить приближенную диаграмму состояния для свинцово-сурьмянистых сплавов.
4. Изучить правила фаз и отрезков.

Методика проведения работы

Методика выполнения работы аналогична работе № 1. Исследования проводятся на той же установке. Результаты термического анализа каждого из трех сплавов записываются в таблицу. По данным термического анализа строят кривые охлаждения в координатах "ЭДС - время", где определяют значения ЭДС₁, соответствующее началу процесса кристаллизации и ЭДС₂, соответствующее концу процесса кристаллизации. Пользуясь градуировочной кривой (лабораторная работа № 1), определяют по значению ЭДС верхнюю и нижнюю критические

температуры в 0С. Эти данные также записываются в табличной форме. На основании таблицы строится опытная диаграмма состояния системы свинец-сурьма (Pb-Sb).

Методические рекомендации по оформлению отчета.

В отчете приводятся:

1. Цель работы и задания по ее выполнению;
2. Краткие сведения по теории;
3. Результаты измерения ЭДС для всех исследованных сплавов.
4. Значения критических температур для свинца, сурьмы и их сплавов;
5. Построенные кривые охлаждения для всех типов сплавов Pb - Sn.
6. Построенная по результатам эксперимента приближенная диаграмма состояния сплавов Pb - Sn.

Контрольные вопросы

1. Суть термического анализа свинцово-сурьмянистых сплавов.
2. Структура диаграммы состояния.
3. Определение Правила фаз. Уравнение правила фаз.
4. Определение Правила отрезков.
5. Механические смеси.
6. Твердые растворы.
7. Химические соединения.
8. Методика проведения работы.
9. Методика построения диаграммы состояния.
10. При каких условиях происходит одновременная кристаллизация свинца и сурьмы из расплава.
11. Определение термина – эвтектика.
12. Линия солидус, линия ликвидус.
13. Оборудование проведения анализа.
14. Порядок проведения работы.
15. Отчет по итогам лабораторной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. 10 час. Микроструктурный анализ свинцово-сурьмянистых сплавов Микроструктурный анализ шлифов свинцово-сурьмянистых сплавов различного химического состава с использованием металлографического исследовательского микроскопа МИМ-7.

Задание

1. Изучить и зарисовать оптическую схему металлографического исследовательского микроскопа МИМ-7.
2. Описать методику подготовки шлифов для проведения металлографического анализа.

3. Изучить шлифы свинцово-сурьмянистых сплавов различного химического состава с помощью металлографического исследовательского микроскопа МИМ-7 и схематически зарисовать полученные микроструктуры сплавов.

4. Охарактеризовать микроструктуру и описать их отличительные особенности.

Методика проведения работы

1. Металлографический исследовательский микроскоп МИМ-7 настраивается на требуемое увеличение;
2. На предметный столик металлографического исследовательского микроскопа МИМ-7 последовательно устанавливаются микрошлифы свинцово-сурьмянистых сплавов различного химического состава;
3. Изучается микроструктура каждого шлифа и определяется количественное соотношение структурных составляющих;
4. Производится зарисовка микроструктур.

В отчете приводится:

1. Цель работы и задания по ее выполнению.
2. Оптическая схема металлографического исследовательского микроскопа.
3. Краткое описание методики изготовления шлифов.
4. Схемы микроструктур трех типовых сплавов: доэвтектического, эвтектического и заэвтектического с указанием их химического состава, количества эвтектики и первичных кристаллов свинца или сурьмы.

Контрольные вопросы

1. Металлографический микроскоп. Принцип работы, основные узлы.
2. Методика изготовления шлифов.
3. Сущность и назначение микроструктурного анализа.
4. Методика выявления микроструктуры на шлифах методом травления.
5. Особенности структуры эвтектического сплава Pb-Sb.
6. Особенности структуры доэвтектического сплава Pb-Sb.
7. Особенности структуры заэвтектического сплава Pb-Sb.
8. Методика проведения работы.
9. Оборудование проведения анализа.
10. Порядок проведения работы.
11. Отчет по итогам лабораторной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. 10 час. Построение диаграммы состояния железоуглеродистых сталей в равновесном состоянии. Цель работы: 1. Ознакомиться с диаграммой состояния железоуглеродистых сплавов и изучить природу превращений в углеродистых сталях при

медленном непрерывном охлаждении. 2. Изучить микроструктуру углеродистых сталей в равновесном состоянии. 3. Изучить влияние содержания углерода на механические свойства медленно-охлажденных сталей.

Задание

1. Построить диаграмму состояния системы Fe-Fe₃C.
2. Выполнить индивидуальное задание - построить кривую охлаждения железоуглеродистого сплава с содержанием углерода, указанным преподавателем.
3. Исследовать с использованием микроскопа контрольные шлифы сталей, определить их фазовый состав, структуру и примерное содержание углерода. Зарисовать микроструктуры исследованных сталей.

Порядок оформления отчета

В отчете приводятся:

1. Цель работы и задание по ее выполнению.
2. Кривая охлаждения для стали с заданной концентрацией углерода.
3. Рисунки микроструктур - доэвтектоидной, эвтектоидной и заэвтектоидной углеродистой стали и их анализ.

Контрольные вопросы

1. Аллотропические модификации железа.
2. Интервалы температур существования Fe α и Fe γ .
3. Точка Кюри.
4. Два класса железоуглеродистого сплава. Содержание углерода для каждого.
5. Техническое железо.
6. Доэвтектоидные стали. Определение.
7. Эвтектоидные стали. Определение.
8. Заэвтектоидные стали. Определение.
9. Диаграмма «железо-цементит».
10. Первичная кристаллизация стали.
11. Вторичная кристаллизация стали.
12. Определение: аустенит, феррит, цементит, перлит.
13. Структура доэвтектоидной стали.
14. Структура эвтектоидной стали.
15. Структура заэвтектоидные стали.
16. Методика определения содержания углерода по микроструктуре шлифа.
17. Порядок проведения работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. 10 час. Термическая обработка углеродистых сталей: отжиг, нормализация, закалка. Методические указания к лабораторной работе. Цель: 1. Ознакомиться с диаграммой состояния железоуглеродистых сплавов и изучить природу превращений в углеродистых сталях при медленном непрерывном охлаждении.
2. Изучить микроструктуру углеродистых сталей в равновесном состоянии.
3. Изучить влияние содержания углерода на механические свойства медленно-охлажденных сталей.

Задание

1. Построить диаграмму состояния системы Fe-Fe₃C.
2. Выполнить индивидуальное задание - построить кривую охлаждения железоуглеродистого сплава с содержанием углерода, указанным преподавателем
3. Исследовать с использованием микроскопа контрольные шлифы сталей, определить их фазовый состав, структуру и примерное содержание углерода. Зарисовать микроструктуры исследованных сталей.

Порядок оформления отчета

В отчете приводятся:

1. Цель работы и задание по ее выполнению.
2. Кривая охлаждения для стали с заданной концентрацией углерода.
3. Рисунки микроструктур - доэвтектоидной, эвтектоидной и заэвтектоидной углеродистой стали и их анализ.

Контрольные вопросы

1. Аллотропические модификации железа.
2. Интервалы температур существования Fe α и Fe γ .
3. Точка Кюри.
4. Два класса железоуглеродистого сплава. Содержание углерода для каждого.
5. Техническое железо.
6. Доэвтектоидные стали. Определение.
7. Эвтектоидные стали. Определение.
8. Заэвтектоидные стали. Определение.
9. Диаграмма «железо-цементит».
10. Первичная кристаллизация стали.
11. Вторичная кристаллизация стали.
12. Определение: аустенит, феррит, цементит, перлит.
13. Структура доэвтектоидной стали.
14. Структура эвтектоидной стали.

15. Структура заэвтектоидные стали.
16. Методика определения содержания углерода по микроструктуре шлифа.
17. Порядок проведения работы

5. СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

(и Онлайн курса при наличии)

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов при подготовке к практическим занятиям состоит в тщательном и внимательном изучении лекций, материалов прошедшего занятия, решении домашних практических заданий, подготовке к теории следующего практического занятия. Самостоятельная работа студентов при подготовке к зачету состоит в углубленном изучении теоретического материала, повторении практического материала семестра (курса), рассмотрении в литературе рекомендованных на лекциях тем.

В самостоятельной работе студентов предусматриваются следующие виды занятий:

1. Выполнение домашних заданий по следующей тематике: пространство и время в классической механике, относительность механического движения, система отсчета, задачи кинематики.

2. Самостоятельная проработка отдельных разделов лекционного курса, входящих в модули. Написание коллоквиумов.

3. Решение задач из задачник с последующей их проверкой преподавателем.

4. Самостоятельная работа студентов при подготовке к зачету состоит в углубленном изучении теоретического материала, повторении практического материала семестра (курса), рассмотрении в литературе рекомендованных на лекциях тем.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Дата/сроки выполнения	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
	Задания для самостоятельной работы к разделу 1-3.	1-17 неделя/19 час.	подготовка к коллоквиуму	Собеседование (УО-1), Устный опрос (УО-1)
	Задания для самостоятельной работы к лабораторной работе 1-5.	1-17 неделя/19 час.	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторным занятиям.	Собеседование (УО-1), Устный опрос (УО-1), Тест (ПР-1)

Задания для самостоятельной работы к разделу 1-3.

Самостоятельная работа студентов при подготовке к зачету состоит в углубленном изучении теоретического материала, повторении практического материала семестра (курса), рассмотрении в литературе рекомендованных на лекциях тем.

Список вопросов:

1. Конденсированные системы.
2. Принципы строения конденсированных сред.
3. Термодинамическое описание фаз и фазовых переходов в бинарных системах.
4. Классификация фазовых переходов.
5. Статистическая теория фазовых превращении в бинарных твердых растворах.
6. Фазовые превращения в твердом состоянии.
7. Модельные теории фазовых превращений.
8. Твердофазные реакции.
9. Мартенситные превращение. Полиморфные превращения.
10. Границы зерна и фаз. Фазовые переходы на границах зерен.
11. Сверхпроводящие свойства металлов.
12. Экспериментальные методы исследования фазовых переходов и превращений в конденсированных средах.

Задания для самостоятельной работы к лабораторной работе 1-5.

В отчете приводится:

1. Цель работы и задания по ее выполнению.
2. Ход выполнения работы
3. Краткая теория по исследуемой теме.
4. Приводятся ответы на контрольные вопросы.
5. Результаты лабораторной работы, графики, таблицы, анализ полученных результатов.

6. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
	Раздел № 1 Конденсированные системы	ПК -2.3 Выбирает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач НИР	Знает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в конденсированных системах	УО-1	Экзамен вопрос 1-5
	Умеет выбирать методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач области фазовых превращений в конденсированных системах				
	Раздел № 2 Фазовые превращения	ПК -2.3 Выбирает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач НИР	Владеет навыками применения методов исследования и технических средств и для решения поставленных задач области фазовых превращений в конденсированных системах	УО-1	Экзамен вопрос 5-10
			Знает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области Фазовых превращений		
			Умеет выбирать методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области Фазовых превращений		
			Владеет навыками применения методов исследования и технических средств и для		

			решения поставленных задач в области Фазовых превращений		
Раздел № 3 Сверхпроводящие свойства и экспериментальные методы	ПК -2.3 Выбирает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач НИР	Знает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области Сверхпроводящих свойств и экспериментальных методов	УО-1	Экзамен вопрос 11-12	
		Умеет выбирать методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области Сверхпроводящих свойств и экспериментальных методов			
		Владеет навыками применения методов исследования и технических средств и для решения поставленных задач в области Сверхпроводящих свойств и экспериментальных методов			

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие результаты обучения, представлены в Приложении

7. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Физико-химические основы материаловедения: [учебное пособие] / Г. Готтштайн ; пер. с англ. К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009, 400 с.
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:277458&theme=FEFU>

2. Филимонова, Н. И. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Р. П. Дикарева. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 136 с. — ISBN 978-5-7782-2960-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91569.html>

3. Теоретическая физика : учебное пособие для физических специальностей университетов : в 10 т. т. 10 . Физическая кинетика / Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. Москва : Физматлит, 2007, 535 с.
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:674995&theme=FEFU>

4. Прудников, В. В. Фазовые переходы и методы их компьютерного моделирования : учебное пособие / В. В. Прудников, А. Н. Вакилов, П. В. Прудников. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 224 с. — ISBN 978-5-9221-0961-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2288>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Осинцев О. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. Фазовые равновесия в сплавах. – М.: Машиностроение, 2009. – 352 с. – ISBN 978-5-94275-459-4.
2. Базаров И.П., Геворкян Э.В., Котенок В.В. Статистическая теория полиморфных превращений. М.: Изд-во МГУ, 1978. – 118 с.
3. Александров К.С. Модельные теории фазовых превращений. Красноярск: Изд-е КрасГУ, 1979. - Ч. 1 и ч. 2(113 с.).
4. Физическое металловедение (п/ред. Р. Кан, П. Хаезен), т.1. Атомное строение металлов и сплавов; т. 2. Фазовые превращения в металлах и сплавах. пер. с англ. - М.: Металлургия, 1987; т.3..

5. Павлов П.В., Хохдов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высшая школа, 2000. – 494 с.
6. Гуревич А.Г. Физика твердого тела. СПб.: Невский диалект, БХВ-Петербург, 2004. – 320 с.
7. Гуфан Ю.М. Структурные фазовые переходы. – М.: Наука, 1982. – 304 с.
8. Любов Б.Я. Кинетическая теория фазовых превращений. М., Metallurgy, 1985. – 206 с.
9. Хачатурян А.Г. Теория фазовых превращений и структура твердых растворов. – М.: Наука, 1974. – 384 с.
10. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твёрдого тела. Т. 1,2. - М.: Мир, 1979.
11. Кацнельсон А.А. Введение в физику твердого тела. Издательство Московского университета, 1984.
12. Вонсовский С.В., Кацнельсон М.И. Квантовая физика твердого тела. "Наука", Москва, 1983.
13. Введение в физику твердого тела. Основы квантовой механики и статистической физики с отдельными задачами физики твердого тела : учеб. пособие для вузов / И.Ф. Гинзбург .— СПб. : Лань, 2007 .— 544 с. : ил. — ISBN 978-5-8114-0721-7 (25 экз).
14. Фольмер М. Кинетика образования новой фазы. – М.: Наука, Гл. ред. физ. -мат. лит., 1986. – 208 с.
15. Анималу А.. Квантовая теория кристаллических твердых тел. "Мир", Москва, 1981.
16. Лифшиц И.М., Азбель М. Я., Каганов М. И. Электронная теория металлов. "Наука", Москва, 1971.
17. Давыдов А.С.. Теория твердого тела. "Наука", Москва, 1976.
18. Физические свойства высокотемпературных сверхпроводников. Под ред. Д.М. Гинзберга. Москва: Мир, 1990.
19. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : Учебное пособие для вузов : Пер. с англ. / Д. Брандон, У. Каплан .— М. : Техносфера, 2006 .— 384 с. : ил. — (Мир материалов и технологий) .— ISBN 5-94836-018-0 9 (6 экз.).
20. Физикохимия поверхности : [учебник-монография для ун-тов] / В.И. Ролдугин .— Долгопрудный [М.] : Интеллект, 2008 .— 568 с. : ил. — ISBN 978-5-91559-008-2 (7 экз.).
21. Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А., Зотов А.В., Катаяма М. Введение в физику поверхности. Москва: Наука, 2006. – 490 с.
22. Тинкхам М. Введение в сверхпроводимость. - М.: Атомиздат, 1980.

23. Зеликман М.А. Основы физики сверхпроводников. – СПб.: Изд. СПбГТУ, 2002.
24. Шриффер Д. Теория сверхпроводимости. - М.: Наука, 1970.
25. Физические свойства высокотемпературных сверхпроводников (под редакцией Д.М.Гинзберга). - М.: Мир, 1990.
26. Курдюмов Г.В., Утевский Л.М., Энтин Р.И. Превращения в железе и стали. М.: Наука, 1977. – 500 с.
27. Найш В.Е. Фазовые переходы в твердых телах. - Свердловск, 1985.
28. Ньюкерк Дж. Б. Старение сплавов. – М.: Металлургиздат, 1962. – С.12 - 143.
29. Скаков Ю.А. Процессы старения в сплавах. – М.: Машиностроение, 1972. – 33 с.
30. Чуистов К.В. Старение металлических сплавов. – Киев: Наук. думка, 1985. – 230 с.
31. Гуров К.П., Смирнов Е.А., Шабалин А.Н. Диффузия и кинетика фазовых превращений в металлах и сплавах. – М.: МИФИ, 1990. – 80 с.
32. Старение сплавов. Под.ред. Миркина Л.И. – М.: Металлургиздат, 1962. – 493 с.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
«Интернет»**

Не предусмотрено.

**Перечень информационных технологий
и программного обеспечения**

Не предусмотрено.

8.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

**9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться в следующих помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением, расположенных по адресу 690022, г. Владивосток, о.Русский, п. Аякс, 10:

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Наименование специальных помещений и	Оснащенность специальных помещений и помещений для проведения учебных занятий, для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения.
--------------------------------------	---	--

помещений для самостоятельной работы ¹		Реквизиты подтверждающего документа
Учебные аудитории для проведения учебных занятий:		
D208/347, D303, D313а, D401, D453, D461, D518, D708, D709, D758, D761, D762, D765, D766, D771, D917, D918, D920, D925, D576, D807	Лекционная аудитория оборудована маркерной доской, аудиопроигрывателем	ЗДЕСЬ ДОПОЛНИТСЯ ЛИЦЕНЗИОННЫМ ПО
D229, D304, D306, D349, D350, D351, D352, D353, D403, D404, D405, D414, D434, D435, D453, D503, D504, D517, D522, D577, D578, D579, D580, D602, D603, D657, D658, D702, D704, D705, D707, D721, D722, D723, D735, D736, D764, D769, D770, D773, D810, D811, D906, D914, D921, D922, D923, D924, D926	2 этаж, пом № 135, Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления	
D207/346	Мультимедийная аудитория: Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления),	
D226	Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления), D362 (профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; Компьютерный класс на 15 посадочных мест	
D447, D448, D449, D450, D451, D452, D502, D575	Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления	

¹ В соответствии с п.4.3. ФГОС

D446, D604, D656, D659, D737, D808, D809, D812	Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; Компьютерный класс; Рабочее место: Компьютеры (Твердотельный диск - объемом 128 ГБ; Жесткий диск - объем 1000 ГБ; Форм-фактор – Tower); комплектуется клавиатурой, мышью. Монитором AOC i2757Fm; комплектом шнуров эл. питания) Модель - M93p 1; Лингафонный класс, компьютеры оснащены программным комплексом Sanako study 1200	
D501, D601	Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; Компьютерный класс на 26 рабочих мест. Рабочее место: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK	
Помещения для самостоятельной работы:		
A1042 аудитория для самостоятельной работы студентов	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой; Устройство портативное для чтения плоскопечатных текстов PEarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA; Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Topaz 24" XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой.	Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № A238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ptt.; - лицензия на право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия на право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации,

		включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.
--	--	--

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств представлены в приложении.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ФИЛИАЛ)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
Фазовые превращения в металлах и сплавах
Программа бакалавриата
по направлению подготовки 03.03.02 Физика,
профиль «Цифровые технологии в физике»

Владивосток
2022

Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины / модуля

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
	Раздел № 1 Конденсированные системы	ПК -2.3 Выбирает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач НИР	Знает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в конденсированных системах	УО-1	Экзамен вопрос 1-5
			Умеет выбирать методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач области фазовых превращений в конденсированных системах		
			Владеет навыками применения методов исследования и технических средств и для решения поставленных задач области фазовых превращений в конденсированных системах		
	Раздел № 2 Фазовые превращения	ПК -2.3 Выбирает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач НИР	Знает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области Фазовых превращений	УО-1	Экзамен вопрос 5-10
			Умеет выбирать методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области Фазовых превращений		
			Владеет навыками применения методов исследования и технических средств и для		

			решения поставленных задач в области Фазовых превращений		
Раздел № 3 Сверхпроводящие свойства и экспериментальные методы	ПК -2.3 Выбирает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач НИР	Знает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области Сверхпроводящих свойств и экспериментальных методов	УО-1	Экзамен вопрос 11-12	
		Умеет выбирать методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области Сверхпроводящих свойств и экспериментальных методов			
		Владеет навыками применения методов исследования и технических средств и для решения поставленных задач в области Сверхпроводящих свойств и экспериментальных методов			

Оценочные средства для текущего контроля

Самостоятельная работа студентов при подготовке к практическим занятиям состоит в тщательном и внимательном изучении лекций, материалов прошедшего занятия, решении домашних практических заданий, подготовке к теории следующего практического занятия. Самостоятельная работа студентов при подготовке к зачету состоит в углубленном изучении теоретического материала, повторении практического материала семестра (курса), рассмотрении в литературе рекомендованных на лекциях тем.

В самостоятельной работе студентов предусматриваются следующие виды занятий:

1. Выполнение домашних заданий по следующей тематике: пространство и время в классической механике, относительность механического движения, система отсчета, задачи кинематики.

2. Самостоятельная проработка отдельных разделов лекционного курса, входящих в модули. Написание коллоквиумов.

3. Решение задач из задачников с последующей их проверкой преподавателем.

4. Самостоятельная работа студентов при подготовке к зачету состоит в углубленном изучении теоретического материала, повторении практического материала семестра (курса), рассмотрении в литературе рекомендованных на лекциях тем.

Задания для самостоятельной работы к разделу 1-3.

Самостоятельная работа студентов при подготовке к зачету состоит в углубленном изучении теоретического материала, повторении практического материала семестра (курса), рассмотрении в литературе рекомендованных на лекциях тем.

Список вопросов:

1. Конденсированные системы.
2. Принципы строения конденсированных сред.
3. Термодинамическое описание фаз и фазовых переходов в бинарных системах.
4. Классификация фазовых переходов.
5. Статистическая теория фазовых превращении в бинарных твердых растворах.
6. Фазовые превращения в твердом состоянии.
7. Модельные теории фазовых превращений.
8. Твердофазные реакции.
9. Мартенситные превращение. Полиморфные превращения.
10. Границы зерна и фаз. Фазовые переходы на границах зерен.
11. Сверхпроводящие свойства металлов.
12. Экспериментальные методы исследования фазовых переходов и превращений в конденсированных средах.

Задания для самостоятельной работы к лабораторной работе 1-5.

В отчете приводится:

1. Цель работы и задания по ее выполнению.
- 2.Ход выполнения работы
3. Краткая теория по исследуемой теме.
4. Приводятся ответы на контрольные вопросы.
5. Результаты лабораторной работы, графики, таблицы, анализ полученных результатов.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Шкала оценивания промежуточной аттестации			
		Неудовлетворительный	Удовлетворительный	Хорошо	Отлично
ПК -2.3 Выбирает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач НИР	Знает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в металлах и сплавах.	Не знает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в металлах и сплавах.	Знает базовые методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в металлах и сплавах.	Знает основные методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в металлах и сплавах	Знает все изложенные в курсе методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в металлах и сплавах
	Умеет выбирать методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в металлах и сплавах.	Не умеет применять методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в металлах и сплавах.	Умеет применять базовые методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в металлах и сплавах.	Умеет применять основные методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в металлах и сплавах	Умеет применять изложенные в курсе методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в металлах и сплавах

			превращений в металлах и сплавах.	превращений в металлах и сплавах	в области фазовых превращений в металлах и сплавах
	Владеет навыками применения методов исследования и технических средств и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в металлах и сплавах.	Не владеет навыками применения методов исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в металлах и сплавах.	Владеет базовыми методами исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в металлах и сплавах.	Владеет основными методами исследования и технические средства и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в металлах и сплавах	Владеет изложенными в курсе методами исследования и техническими средствами и для решения поставленных задач в области фазовых превращений в металлах и сплавах

Список вопросов к экзамену:

1. Конденсированные системы.
2. Принципы строения конденсированных сред.
3. Термодинамическое описание фаз и фазовых переходов в бинарных системах.
4. Классификация фазовых переходов.
5. Статистическая теория фазовых превращении в бинарных твердых растворах.
6. Фазовые превращения в твердом состоянии.
7. Модельные теории фазовых превращений.
8. Твердофазные реакции.
9. Мартенситные превращение. Полиморфные превращения.
10. Границы зерна и фаз. Фазовые переходы на границах зерен.
11. Сверхпроводящие свойства металлов.
12. Экспериментальные методы исследования фазовых переходов и превращений в конденсированных средах.

Заключение работодателя на ФОС (ОМ)