Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 28.09.2023 14:44:50
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1f6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /Е.В. Сафонов/

«16» февраля 2023г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Теория строения материалов»

Направление подготовки

**22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Профиль

**«Перспективные материалы и технологии»**

Квалификация

**бакалавр**

Формы обучения

**очная**

Москва, 2023 г.

**Разработчик:**

доцент, к.ф.-м.н. /Т.Ю. Скакова/

Заведующий кафедрой «Материаловедение»,
д.т.н., профессор /В.В. Овчинников/

**Согласовано:**

Руководитель образовательной программы по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов». Профиль подготовки «Перспективные материалы и технологии»

к.т.н., доцент / С.В. Якутина/

# Содержание


1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 5
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 5
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 8
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 9
   - 4.1. Основная литература ... 10
   - 4.2. Дополнительная литература ... 10
   - 4.3. Электронные образовательные ресурсы ... 12
   - 4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 12
   - 4.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 12
5. Материально-техническое обеспечение ... 13
6. Методические рекомендации ... 13
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 13
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 14
7. Фонд оценочных средств ... 15
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 15
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 15
   - 7.3. Оценочные средства ... 16

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «**Теория строения материалов»** является:

– формирование знаний о физико-химических закономерностях строения металлических и неметаллических материалов, структурных изменениях в них при их получении, упрочнении, эксплуатации; взаимосвязи микро- и нано-структуры и свойствматериалов;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений производить качественные и количественные оценки структурных и фазовых превращений в материалах

Задачи дисциплины:
– научить использовать на практике современные представления науки о материалах, о влиянии микро- и нано-масштаба на свойства материалов

Обучение по дисциплине «**Теория строения материалов»** направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| **Код и наименование компетенций** | **Индикаторы достижения компетенции** |
|---|---|
| **ОПК-4 -**Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | ИОПК-4.1. Знает устройство приборов, оборудования и методики проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности<br>ИОПК-4.2. Умеет проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные<br>ИОПК-4.3. Имеет навыки проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обработки и представления экспериментальных данных |
| **ОПК-5 -** Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств | ИОПК-5.1. Знает способы решения научно-исследовательских задач в профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий;<br>ИОПК-5.2. Умеет решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств<br>ИОПК-5.3. Имеет навыки проведения научно-исследовательских работ в профессиональной деятельности с применением современных |

| | |
|---|---|
| | информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств |
| **ОПК-6** - Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии | ИОПК-6.1. Знает способы принятия технических решений впрофессиональной деятельности, эффективные и безопасные технические средства и технологии;<br>ИОПК-6.2. Умеет применять обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии<br>ИОПК-6.3. Имеет навыкипринятия обоснованных технических решений в профессиональной деятельности, выбора эффективных и безопасных технических средств и технологий |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».
Дисциплина базируетсяна следующих, пройденных дисциплинах:
- «Физика» ;
- «Практикум по визуализации структуры»;

Дисциплина «**Теория строения материалов**» логически связана с последующими дисциплинами: «Практикум по световой и электронной микроскопии», «Дифракционные методы исследования материалов», «Металлические материалы».

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(е) единиц(ы) (216 часов).
Изучается на 2, 3 семестрах обучения. Форма промежуточной аттестации -зачет.

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1.Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 2 семестр | 3 семестр |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **108** | 54 | 54 |
| | В том числе: | | | |
| 1.1 | Лекции | 36 | 18 | 18 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 36 | 18 | 18 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 36 | 18 | 18 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **108** | 54 | 54 |
| | В том числе: | | | |
| 2.1 | Подготовка и защита лабораторных работ | 36 | 18 | 18 |
| 2.2 | Самостоятельное изучение | 72 | 36 | 36 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | | зачет | экзамен |
| | **Итого** | **216** | 108 | 108 |

## 3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

## 3.3 Содержание дисциплины

*(Изучается на лекционных, семинарских и лабораторных занятиях).*

**Тема 1.** ***Теория строения материалов как основная наука о строении материалов, связи структуры и свойств.***

Введение. Взаимосвязь структуры и свойств материала.

**Тема 2.** ***Строение кристаллических материалов***

Элементы кристаллохимии и кристаллофизики. Понятие пространственной решетки, решетки Бравэ, атомного радиуса, координационного числа. Принцип плотнейшей упаковки частиц, типы связей, полиморфизм, свойства кристаллов. Геометрическая и структурная кристаллография. Элементы симметрии кристаллов, сингонии. Дефекты кристаллического строения. Точечные дефекты, вакансии, подвижность вакансий, источники вакансий; межузельные атомы. Дефект Френкеля. Дефекты упаковки. Диффузия в металлах и сплавах. Законы диффузии, механизм, влияние внешних и внутренних факторов. Линейные дефекты. Дислокации, виды дислокаций, энергия дислокаций, взаимодействие дислокаций, движение и торможение дислокаций. Экспериментальные методы исследования дислокаций. Дисклинации. Поверхностные дефекты. Границы зерен, субзерен. Высокоугловые, малоугловые границы. Энергия границ, движение границ.

**Тема 3.** ***Физико-химические основы материаловедения***

Общие условия равновесия систем, фазовые равновесия и свойства растворов; равновесия в двухкомпонентных системах. Термодинамика структурных переходов

**Тема 4.** ***Теория сплавов***

Виды фаз, их строение, свойства. Кристаллизация жидких растворов. Термодинамические условия процесса. Строение жидкого металла. Основные параметры кристаллизации. Механизм образования и роста зародышей, критический зародыш и связь его размеров со степенью переохлаждения. Гомогенное и гетерогенное зарождение фаз, принцип размерного и структурного соответствия фаз. Реальные формы кристаллов,

образующихся при кристаллизации. Дендритная и зональная ликвация. Направленная кристаллизация, выращивание монокристаллов.

Фазы в металлических системах: твердые растворы, промежуточные фазы (химические соединения) переменного и постоянного состава, свойства различных фаз, упорядочение. Структурные изменения в твердых металлах..

**Тема 5.** ***Диаграммы состояния двойных и тройных систем***

Методы построения диаграмм фазового равновесия. Правило фаз Гиббса и его применение к изучению двойных систем, правило отрезков. Классификация двойных систем: с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состоянии; образование псевдоэвтектических структур; диаграммы перитектического типа; с устойчивым и неустойчивым химическим соединением; диаграммы монотектического, синтектического, метатектического типа. Эвтектоидное и перитектоидное превращения, полиморфные превращения на диаграммах. Формирование структур характерных двойных сплавов, их особенности. Зависимость свойств сплавов от состава и типа диаграммы. Выбор сплавов определенного назначения на основе анализа диаграмм. Диаграмма состояния и термическая обработка. Диаграммы состояния тройных систем. Изображение составов тройных сплавов и свойства концентрационного треугольника. Правило отрезков и центра тяжести треугольника. Основные типы диаграмм: с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состоянии; ограниченной растворимостью в твердом состоянии; ограниченной растворимостью в твердом состоянии и эвтектическим превращением, промежуточными фазами. Проекции диаграмм на концентрационный треугольник; изо- и политермические разрезы.

**Тема 6.** ***Фазовые и структурные превращения в системе железо-углерод.*** Строение и свойства железа. Диаграмма состояния железо-цементит. Полиморфизм железа. Фазы, структурные составляющие сплавов железо-углерод. Формирование структуры сплавов с различным содержанием углерода. Вторичный и третичный цементит. Классификация сплавов системы железо-углерод. Структура углеродистых сталей в равновесном состоянии. Критические точки Чернова. Формирование структуры чугунов. Белые чугуны. Формирование структуры белых чугунов с различным содержанием углерода. Серые чугуны. Стабильная диаграмма железо-графит и формирование структуры серых чугунов при первичной кристаллизации.

**Тема 7.** ***Метастабильные структуры***

Образование метастабильных фаз, аморфного состояния. Кинетика и механизмы (диффузионный и мартенситный) полиморфных превращений. Термодинамика и кинетика мартенситных превращений

Получение неустойчивых состояний при термической обработке. Особенности строения метастабильных структур (сорбит, троостит, бейнит). Получение структуры мартенсит. Прямое и обратное мартенситные превращения. Физические и механические свойства мартенсита. Распад мартенсита при нагреве. Структуры отпущенной стали,

особенности влияния на свойства. Аморфное состояние сплавов. Наноструктурные состояния. Способы получения метастабильных состояний: механоактивация, закалка из жидкого состояния.

**Тема 8.** ***Строение неметаллических материалов***

Строение полимеров, фазовые переходы в полимерах, надмолекулярные структуры; релаксационные процессы и явления; виды физических состояний полимеров; механизм старения полимеров; теория пластификации. Фазовые равновесия в смесях полимеров. Структура неорганических стекол и ситаллов. Структура керамических материалов. Структура композиционных материалов.

## 3.4 Тематика семинарских/практическихзанятий

### 3.4.1. Семинарские занятия/практические работы (36 часов)

1. *Семинарское занятие*. Определение характеристик кристаллических решеток
2. *Семинарское занятие*. Индицирование кристаллографических направлений
3. *Семинарское занятие*. Индицирование кристаллографических плоскостей
4. *Семинарское занятие*. Расчет размера критического зародыша кристалла при кристаллизации
5. *Семинарское занятие*. Изучение термодинамики полиморфных превращений
6. *Семинарское занятие*. Расчет степеней свободы системы по правилу фаз Гиббса для точек на кривых охлаждения
7. *Семинарское занятие*. Построение диаграмм фазового равновесия с неограниченной растворимостью по результатам термического анализа
8. *Семинарское занятие*. Определение относительного количества фаз, находящихся в равновесии в сплавах бинарных систем при данной температуре
9. *Семинарское занятие* Анализ сложных диаграмм фазового равновесия
10. *Семинарское занятие*. Изучение превращений, происходящих при термической обработке сплавов.
11. *Семинарское занятие*. «Диаграмма изотермического распада аустенита в стали» 1 часть
12. *Семинарское занятие*. «Диаграмма изотермического распада аустенита в стали» 2 часть
13. *Семинарское занятие*. *«*Явление фазового наклепа»
14. *Семинарское занятие*. *«*Способы получения метастабильных состояний: часть 1 - механоактивация»
15. *Семинарское занятие*. *«*Способы получения метастабильных состояний: часть 2- закалка из жидкого состояния».
16. *Семинарское занятие*. «Термопласты и реактопласты»
17. *Семинарское занятие*. *«*Релаксационные свойства полимеров»
18. *Семинарское занятие*. «Дисперсно-наполненные композиты»

**3.4.1. Лабораторные занятия (36 часов)**

2 семестр

1. Исследование дефектов кристаллического строения металлов. Выявление дислокаций по ямкам травления. Определение плотности дислокаций». 4 часа
2. Исследование дефектов кристаллического строения металлов. Изучение дислокационного строения малоугловых границ. Определение угла разориентировки субзерен 4 часа
3. Анализ зеренной структуры металлических материалов методом световой микроскопии 2 часа
4. Микроструктурный анализ сплавов двойных систем Структурообразование в бинарной системе с неограниченной растворимостью в жидком и твердом состоянии 2 часа
5. Изучение структурообразования в бинарных системах с эвтектическим превращением 2 часа
6. Изучение структурных особенностей промежуточных фаз в сплавах бинарных систем 2 часа

3 семестр

1. Изучение структуры сталей после отжига методом оптической микроскопии 4 часа
2. Изучение внутренней структуры мартенсита в углеродистых и легированных сталях 2 часа
3. Изучение морфологии мартенсита в металлических сплавах методом оптической микроскопии 4 часа
4. Изучение структуры стали после закалки и отпуска методом оптической микроскопии 4 часа
5. Изучение структуры спеченных керамик4 часа

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы по данной дисциплине не предусмотрены.

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 5639-82. Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна.

2.ГОСТ 21073.0-75. Металлы цветные. Определение величины зерна. Общие требования.

3. ГОСТ 21073.1-75. Металлы цветные. Определение величины зерна методом сравнения со шкалой.

4. ГОСТ 21073.2-75. Металлы цветные. Определение величины зерна методом подсчета зерен

5. ГОСТ 21073.3-75. Металлы цветные. Определение величины зерна методом подсчета пересечений зерен.

6. ГОСТ 21073.4-75. Металлы цветные. Определение величины зерна планиметрическим методом

### 4.2 Основная литература


1. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений.-3-е изд., перераб. и доп.-М.:Машиностроение, 1990.-528 с: ил.
2. Физическое материаловедение: Учебник для вузов/ под общей редакцией Б.А.Калина. – М.: НИЯУ МИФИ, 2012, том 1 Физика твердого тела – 764 с.
3. Металловедение, термообработка и рентгенография: Учебник для вузов. Новиков И.И.,Строганов Г.Б., Новиков А.И.- М.: МИСиС,1994,-480 с.
4. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н.: Учеб.пособие для вузов. – 4-е изд. Доп. и перераб. – М.: МИСиС, 2002. – 360 с.


### 4.3 Дополнительная литература


1.КаллистерУ., Ретвич Д. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры)/Пер. с англ. Под ред. Малкина А.Я. – СПб. Научные основы и технологии. 2011. – 896с

2.Коллинз Е.В. Физическое металловедение титановых сплавов. Пер. с англ. М.: Металлургия, 1988, 224 с.

3.Ульянина И.Ю., Скакова Т.Ю. Атомно-кристаллическое строение материалов: Учебное пособие.-М.:МГИУ, 2004. - 56 с.

4.Т.Ю.Скакова, Е.В.Лукьяненко, С.В.Якутина Строение материалов ч.1Атомно-кристаллическое строение материалов. Учебное пособие.-М. «Научная книга», 2019, 89с.

5.Т.Ю.Скакова,И.А.Курбатова, А.Ю.Омаров Методы структурного анализа материалов.-Просвечивающая электронная микроскопия. Учебное пособие.- М. «Научная книга», 2019, 56с.

6.Лившиц Б.Г. Металлография : Учеб. Для металлург. Спец. Вузов / Б. Г. Лившиц. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1990. – 333с.

7.Новиков И.И. (1994) Металловедение, термообработка и рентгенография, Издательство: МИСИС1994,

8.Струк В.А. Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях: Учебно-справочное руководство / В.А. Струк, Л.С. Пинчук, Н.К. Мышкин, В.А. Гольдаде, П.А. Витязь — Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2010. — 536 с.

9.Утевский Л.М. Дифракционная электронная микроскопия в металловедении. Москва, «Металлургия». 1973. 583с.

10. Скакова Т.Ю., Овчинников В.В.,Курбатова И.А. Методы структурного анализа материалов. Растровая электронная микроскопия. Учебно-методическое пособие/ М;-Научная книга, 2019.-70с

11. Скакова Т.Ю., Трифонов Ю.Г. Методы структурного анализа материалов и контроль качества деталей. Часть 2. Просвечивающая

электронная микроскопия. Методические указания к выполнению практических заданий. - Москва. МГИУ, 2013, 36с.

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

| Название ЭОР | Ссылка на курс |
|---|---|
| Теория строения материалов | https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=2112 |

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

| № | Наименование | Разработчик ПО (правообладатель) | Доступность (лицензионное, свободно распространяемое) | Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии) |
|---|---|---|---|---|
| 1. | МойОфис | ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ" | Лицензионное | https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375 |

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| № | Наименование | Ссылка на ресурс | Доступность |
|---|---|---|---|
| **Информационно-справочные системы** | | | |
| 1. | Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | http:// www.consultant.ru | Доступно |
| **Электронно-библиотечные системы** | | | |
| 1. | Лань | https://e.lanbook.com/ | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| 2. | IPR Books | https://www.iprbookshop.ru/ | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| **Профессиональные базы данных** | | | |
| 1. | База данных научной электронной библиотеки | http://www.elibrary.ru | Доступно |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | (eLIBRARY.RU) | | |
| 2. | WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая инаукометрическая (библиометрическая) база данных | http://webofscience.com | Доступно |

## 5. Материально-техническое обеспечение

| Номер аудитории | Оборудование |
|---|---|
| 1313 | Ноутбук, проектор, экран |

## 6. Методические рекомендации

### 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. Вначале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки кпромежуточной аттестации(экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и

содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

## 6.2 Методические указания дляобучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMSмосполитеха) как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы.

# 7. Фонд оценочных средств

## 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

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

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

## 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обученияпри проведении промежуточной аттестации

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Не зачтено | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и |

| | |
|---|---|
| | умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки. |
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность. |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

## 7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

| Вид работы | Форма отчетности и текущего контроля |
|---|---|
| Коллоквиум | Отметка в журнале преподавателем о присутствии и активном участии обучающегося на обсуждении темы коллоквиума. Вопросы для коллоквиумов представлены в приложении 2 к рабочей программе |
| Реферат | Оформленный реферат с отметкой преподавателя «зачтено», подготовленная презентация по теме реферата, отметка преподавателем в журнале о выступлении обучающегося на занятии.Темы рефератов представлены в приложении 2 к рабочей программе |

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в 2 семестре– (зачет) проводится по вопросам в устной форме. Регламент проведения аттестации:

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

Перечень вопросов к зачету приведен в приложении 2 к рабочей программе.

Промежуточная аттестация в 3 семестре– (экзамен) проводится по билетам в устной форме. Регламент проведения аттестации:

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

Билет состоит из двух теоретических вопросов.

Перечень вопросов к экзамену приведен в приложении 2 к рабочей программе.

Приложение 1

**Тематический план дисциплины «Теория строения материалов»**
**по направлению подготовки**

**22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**
**(бакалавр)**

| №/п | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | РС | СР | К.Р. | .П. | ГР | Реферат | к/р | | |
| | **Второй семестр** | | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | ***Теория строения материалов как основная наука о строении материалов, связи структуры и свойств*** **.**Введение. Взаимосвязь структуры и свойств материала. | **2** | 1 | **1** | | | | **2** | | | | | | | |
| 2 | *Семинарское занятие*. Определение характеристик кристаллических решеток | 2 | 1 | | 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | ***Строение кристаллических материалов*** Виды связей между атомами. Атомно-кристаллическое | 2 | 2 | 1 | | | | 2 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | строение твердых тел | | | | | | | | | | | | | | |
| **4** | *Вводное занятие по лабораторному практикуму*. Оптическая микроскопия: возможности и ограничения метода. | **2** | **2** | | | **2** | **2** | | | | | | | | |
| **5** | ***Строение кристаллических материалов*** Элементы кристаллохимии и кристаллофизики. Понятие пространственной решетки, решетки Бравэ, атомного радиуса, координационного числа. | **2** | **3** | **1** | | | **2** | | | | | + | | | |
| **6** | *Семинарское занятие* Индицирование кристаллографических направлений | **2** | **3** | | **2** | | | | | | | | | | |
| **7** | ***Строение реальных кристаллов***. Дефекты кристаллического строения. Точечные дефекты, вакансии. Дефекты упаковки. Механизмы диффузия в металлах и сплавах. Линейные дефекты. Дислокации, виды дислокаций, энергия дислокаций, взаимодействие дислокаций, движение и торможение дислокаций. | **2** | **4** | **1** | | | **2** | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Поверхностные дефекты. Границы зерен, субзерен. | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | *Лабораторная работа«*Исследование дефектов кристаллического строения металлов. Выявление дислокаций по ямкам травления. Определение плотности дислокаций».1 часть | 2 | 4 | | | 2 | 2 | | | | | | | | |
| **9** | ***Роль дефектов в процессах, протекающих в реальных кристаллах*** | **2** | **5** | **1** | | | **2** | | | | | | | | |
| **10** | *Семинарское занятие*. Индицирование кристаллографических плоскостей | **2** | **5** | | **2** | | | | | | | | | | |
| **11** | ***Кристаллизация.*** Параметры кристаллизации | **2** | **6** | **1** | | | | | | | | + | | | |
| 12 | *Лабораторная работа«*Исследование дефектов кристаллического строения металлов. Выявление дислокаций по ямкам травления. Определение плотности дислокаций».2 часть | 2 | 6 | | | 2 | 2 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **.13** | ***Физико-химические основы материаловедения.***Общие условия равновесия систем, фазовые равновесия и свойства растворов; равновесия в двухкомпонентных системах | **2** | **7** | **1** | | | **2** | | | | | | | | |
| **14** | *Семинарское занятие.* Расчет размера критического зародыша кристалла при кристаллизации | **2** | **7** | | **2** | | | | | | | | | | |
| **.15** | ***Физико-химические основы материаловедения.Фазы в металлических системах***. Твердые растворы. | **2** | **8** | **1** | | | **2** | | | | | | | | |
| 16 | *Лабораторная работа* Исследование дефектов кристаллического строения металлов. Изучение дислокационного строения малоугловых границ. Определение угла разориентировки субзерен 1 часть | 2 | 8 | | | 2 | 2 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **17** | ***Физико-химические основы материаловедения.Фазы в металлических системах***. Промежуточные фазы (химические соединения) переменного и постоянного состава, свойства различных фаз, упорядочение. | **2** | **9** | **1** | | | **2** | | | | | | | | |
| **18** | *Семинарское занятие.* Изучение термодинамики полиморфных превращений | **2** | **9** | | **2** | | | | | | | + | | | |
| **19** | ***Физико-химические основы материаловедения.***Диаграммы фазового равновесия. Правило фаз Гиббса<br><br>Общие условия равновесия систем, фазовые равновесия и свойства растворов; равновесия в двухкомпонентных системах | **2** | **10** | **1** | | | **2** | | | | | | | | |
| 20 | *Лабораторная работа работа «*Исследование дефектов кристаллического строения металлов. Изучение дислокационного строения малоугловых границ. Определение | 2 | 10 | | | | 2 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | угла разориентировки субзерен» 2часть | | | | | | | | | | | | | | |
| **21** | ***Диаграммы состояния двойных систем***<br>Методы построения диаграмм фазового равновесия. | **2** | **11** | **1** | | | **2** | | | | | | | | |
| **22** | *Семинарское занятие.*<br>Расчет степеней свободы системы по правилу фаз Гиббса для точек на кривых охлаждения | **2** | **11** | | **2** | | | | | | | | | | |
| **23** | ***Диаграммы состояния двойных систем***<br>Классификация двойных систем. Двойные системы с неограниченной растворимостью в жидком и твердом состоянии | **2** | **12** | **1** | | | **2** | | | | | | | | |
| 24 | *Лабораторная работа*Анализ зеренной структуры металлических материалов методом световой микроскопии | 2 | 12 | | | | 2 | | | | | | | | |
| **25** | ***Диаграммы состояния двойных систем***<br>Двойные системы с ограниченной растворимостью в | **2** | **13** | **1** | | | **2** | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | твердом состоянии | | | | | | | | | | | | | | |
| **26** | *Семинарское занятие* Построение диаграмм фазового равновесия с неограниченной растворимостью по результатам термического анализа | **2** | **13** | | **2** | | | | | | | | | | |
| **27** | ***Диаграммы состояния двойных систем***. Диаграммы с промежуточными фазами | **2** | **14** | **1** | | | **2** | | | | | | | | |
| 28 | *Лабораторная работа*.«Микроструктурный анализ сплавов двойных систем Структурообразование в бинарной системе с неограниченной растворимостью в жидком и твердом состоянии | 2 | 14 | | | 2 | 2 | | | | | | | | |
| **29** | ***Диаграммы состояния двойных систем*** Полиморфные превращения на диаграммах | **2** | **15** | **1** | | | **2** | | | | | | | | |
| **30** | *Семинарское занятие* Определение относительного количества фаз, находящихся в равновесии в сплавах бинарных систем при данной температуре | **2** | **15** | | **2** | | | | | | | | | | |
| | ***Фазовые и структурные*** | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | ***превращения в системе железо-углерод.*** Диаграмма состояния железо-цементит. Полиморфизм железа. Фазы, структурные составляющие сплавов железо-углерод. | 2 | 16 | 1 | | | 2 | | | | | | | | |
| **32** | *Лабораторная работа* «Изучение структурообразования в бинарных системах с эвтектическим превращением» | **2** | **16** | | | **2** | **2** | | | | | | | | |
| **33** | ***Диаграммы состояния тройных систем.*** Изображение составов тройных сплавов и свойства концентрационного треугольника. Определение состава тройного сплава | **2** | **17** | **1** | | | **2** | | | | | | | | |
| **34** | *Семинарское занятие* Анализ сложных диаграмм фазового равновесия | **2** | **17** | | **2** | | | | | | | | | | |
| 35 | ***Диаграммы состояния тройных систем.***Основные типы диаграмм. Проекции диаграмм на | 2 | 18 | 1 | | | 2 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | концентрационный треугольник; изо- и политермическиеразрезы | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | *Лабораторная работа* Изучение структурных особенностей промежуточных фаз в сплавах бинарных систем | 2 | 18 | | | 2 | 2 | | | | | | | | |
| | ***Форма аттестации*** | | | | | | | | | | | | | **З** | |
| | Всего часов по дисциплине во втором семестре | | | 18 | 18 | 18 | 54 | | | | | | | | |
| | **Третий семестр** | | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | ***Фазовые превращения в твердом состоянии.*** Полиморфные превращения. Термодинамика и кинетика полиморфных превращений | **3** | 1 | **2** | | | **2** | | | | | | | | |
| **2** | *Семинарское занятие* Изучение превращений, происходящих при термической обработке сплавов. | **3** | 1 | | **2** | | **2** | | | | | | | | |
| 3 | *Лабораторная работа* «Изучение структуры сталей после отжига методом оптической микроскопии» 1 часть | 3 | 2 | | | 2 | 2 | | | | | | | | |
| **4** | ***Механизмы полиморфных превращений.*** Нормальный (диффузионный)механизм. | **3** | **3** | **2** | | | **2** | | | | | + | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Перлитное превращение в сталях | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | *Лабораторная работа* «Изучение структуры сталей после отжига методом оптической микроскопии» 2 часть | 3 | 3 | | | 2 | 2 | | | | | | | | |
| 6 | *Семинарское занятие* «Диаграмма изотермического распада аустенита в стали» 1 часть | 3 | 4 | | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 7 | ***Механизмы полиморфных превращений.*** Мартенситный (бездиффузионный ) механизм. Мартенситное превращение в сталях | 3 | 5 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| **8** | *Семинарское занятие.* «Диаграмма изотермического распада аустенита в стали» 2 часть | **3** | **5** | | **2** | | **2** | | | | | | | | |
| **10** | *Лабораторная работа «*Изучение внутренней структуры мартенсита в углеродистых и легированных сталях» | **3** | **6** | | | **2** | **2** | | | | | | | | |
| **11** | ***Метастабильные структуры.*** Получение неустойчивых состояний при термической обработке. Закалка с полиморфным превращением | **3** | **7** | **2** | | | **2** | | | | | + | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | *Семинарское занятие «*Явление фазового наклепа» | 3 | 7 | | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 13 | *Лабораторная работа* «Изучение морфологии мартенсита в металлических сплавах методом оптической микроскопии» 1 часть | 3 | 8 | | | 2 | 2 | | | | | | | | |
| **14** | ***Метастабильные структуры.*** Распад мартенсита при нагреве. | **3** | **9** | **2** | | | **2** | | | | | | | | |
| 15 | *Семинарское занятие «*Способы получения метастабильных состояний:часть 1 - механоактивация» | 3 | 9 | | 2 | | 2 | | | + | | | | | |
| 16 | *Лабораторная работа* «Изучение морфологии мартенсита в металлических сплавах методом оптической микроскопии» 2 часть | 3 | 10 | | | 2 | 2 | | | | | | | | |
| **17** | ***Метастабильные структуры.*** Аморфное состояние сплавов. Наноструктурные состояния. | **3** | **11** | **2** | | | 2 | | | | | | | | |
| 18 | *Семинарское занятие «*Способы получения метастабильных состояний:часть 2-закалка из жидкого состояния». | 3 | 11 | | 2 | | 2 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | *Лабораторная работа*«Изучение структуры стали после закалки и отпуска методом оптической микроскопии»1 часть | 3 | 12 | | | 2 | 2 | | | | | | | | |
| **20** | ***Неметаллические материалы. Строение полимеров*** | **3** | **13** | **2** | | | **2** | | | | | | | | |
| 21 | *Семинарское занятие* «Термопласты и реактопласты» | 3 | 13 | | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 22 | *Лабораторная работа работа*«Изучение структуры стали после закалки и отпуска методом оптической микроскопии» 2часть | 3 | 14 | | | 2 | 2 | | | | | | | | |
| **23** | ***Свойства полимеров*** | **3** | **15** | **2** | | | **2** | | | | | | | | |
| 24 | *Семинарское занятие «*Релаксационные свойства полимеров» | 3 | 15 | | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 25 | *Лабораторная работа*«Изучение структуры спеченных керамик» 1 часть | 3 | 16 | | | 2 | 2 | | | | | | | | |
| **26** | ***Структура и свойства композиционных материалов*** | **3** | **17** | **2** | | | | | | | | | | | |
| 27 | *Семинарское занятие* «Дисперсно-наполненные композиты»». | **3** | **17** | | 2 | | **2** | | | | | | | | |
| 28 | *Лабораторная работа «*Изучение структуры спеченных керамик» 2 часть | **3** | **18** | | | **2** | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***Форма аттестации*** | | | | | | | | | | | | | | **Э** |
| | Всего часов по дисциплине в третьем семестре | | | 18 | 18 | 18 | 54 | | | | | | | | |

Приложение 2

# ФОНДОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВПО ДИСЦИПЛИНЕ
# «Теория строения материалов»

Направление подготовки

**22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Образовательная программа (профиль подготовки)

**Перспективные материалы и технологии**

## Темы рефератов

1. Термодинамика  фазовых и структурных переходов
2. Кристаллизация. Термодинамические условия процесса.
3. Механизм образования и роста зародышей
4. Гомогенное и гетерогенное зарождение фаз, принцип размерного и структурного соответствия фаз.
5. Полиморфные превращения
6. Термодинамические условия превращений в твердом состоянии
7. Механизмыполиморфных превращений
8. Диффузионный механизм полиморфных превращений
9. Мартенситный механизм полиморфных превращений
10. Ориетационные соотношения при образовании мартенсита в сплавах на основе железа
11. Кинетика полиморфных превращений
12. Изотермический мартенсит в сталях
13. Морфология мартенсита в сплавах на основе железа
14. Особенности мартенситного превращения в сталях
15. Внутренняя структура мартенсита
16. Явление фазового наклепа
17. Получение неустойчивых состояний при термической обработке.
18. Особенности строения метастабильных структур (сорбит, троостит, бейнит).
19. Распад мартенсита при нагреве.
20. Аморфное состояние сплавов.
21. Наноструктурные состояния

## Темы для коллоквиумов

2 семестр

1.Дефекты кристаллического строения. Поверхностные дефекты

2.Фазы в металлических системах

3 семестр

1 .Механизмы полиморфных превращений

2. Диаграмма изотермического распада аустенита

3. Явление фазового наклепа

4. Способы получения метастабильных состояний: часть 1 – механоактивация , закалка из жидкого состояния

5. Термопласты и реактопласты

6. Релаксационные свойства полимеров

7. Дисперсно-наполненные композиты

## Вопросы к зачету

1. Жидкое, аморфное и кристаллическое состояние. Особенности строения
2. Типы связей между атомами. Условия атомного равновесия в кристаллической решётке.
3. Кристаллические системы
4. Кристаллографические плоскости и их индексирование
5. Кристаллографические направления и их индексирование
6. Коэффициент заполнения для ОЦК и ГЦК решёток.
7. Принцип плотнейшей упаковки.
8. Идеальные и реальные кристаллы
9. Вакансии.Равновесная концентрация вакансий, подвижность вакансий, сток вакансий, комплексы вакансий.
10. Межузельные атомы. Примесные атомы.
11. Линейные дефекты кристаллического строения.
12. Краевые, винтовые дислокации: отличия, характеристики. Вектор Бюргерса.
13. Взаимодействие дислокаций друг с другом, аннигиляция дислокаций
14. Плотность дислокаций, влияние различных факторов на плотность дислокаций.
15. Объемные дефекты кристаллического строения
16. Поверхностные дефекты кристаллического строения.
17. Роль точечных дефектов в процессах диффузии.
18. Роль дислокаций в пластической деформации кристаллических материалов.
19. Образование новых дислокаций. Источник Франка-Рида
20. Роль дефектов кристаллического строения в упрочнении металлических материалов
21. Роль частиц второй фазы в упрочнении металлических материалов
22. Механизм пластической деформации с участием дислокаций
23. Диффузия в металлах и сплавах, её механизмы .
24. Роль границ зерен в упрочнении металлических материалов
25. Роль примесных атомов в упрочнении металлических материалов.
26. Роль дефектов в структурных изменениях при нагреве холоднодеформированного металла
27. Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами, атмосферы Котрелла.
28. Торможение дислокаций. Взаимодействие дислокаций с дисперсными частицами.
29. Движение дислокаций: скольжение, переползание.

**Вопросы к экзамену**

1. Жидкое, аморфное и кристаллическое состояние. Особенности строения
2. Типы связей между атомами. Условия атомного равновесия в кристаллической решётке.
3. Кристаллические системы
4. Кристаллографические плоскости и их индексирование
5. Кристаллографические направления и их индексирование
6. Коэффициент заполнения для ОЦК и ГЦК решёток.
7. Принцип плотнейшей упаковки.
8. Идеальные и реальные кристаллы
9. Вакансии.Равновесная концентрация вакансий, подвижность вакансий, сток вакансий, комплексы вакансий.
10. Межузельные атомы. Примесные атомы.
11. Линейные дефекты кристаллического строения.
12. Краевые, винтовые дислокации: отличия, характеристики. Вектор Бюргерса.
13. Взаимодействие дислокаций друг с другом, аннигиляция дислокаций
14. Плотность дислокаций, влияние различных факторов на плотность дислокаций.
15. Объемные дефекты кристаллического строения
16. Поверхностные дефекты кристаллического строения.
17. Роль точечных дефектов в процессах диффузии.
18. Роль дислокаций в пластической деформации кристаллических материалов.
19. Образование новых дислокаций. Источник Франка-Рида
20. Роль дефектов кристаллического строения в упрочнении металлических материалов
21. Роль частиц второй фазы в упрочнении металлических материалов
22. Механизм пластической деформации с участием дислокаций
23. Диффузия в металлах и сплавах, её механизмы .
24. Роль границ зерен в упрочнении металлических материалов
25. Роль примесных атомов в упрочнении металлических материалов.
26. Роль дефектов в структурных изменениях при нагреве холоднодеформированного металла
27. Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами, атмосферы Котрелла.
28. Торможение дислокаций. Взаимодействие дислокаций с дисперсными частицами.
29. Движение дислокаций: скольжение, переползание.
30. Кристаллизация металлов и сплавов.
31. Гомогенная и гетерогенная кристаллизация
32. Фазы в металлических системах (твёрдые растворы, химические соединения, промежуточные фазы).
33. Фазы в металлических сплавах. Твердые растворы внедрения
34. Фазы в металлических сплавах. Твердые растворы замещения.
35. Фазы в металлических сплавах. Промежуточные фазы.
36. Полиморфные превращения. Необходимые условия превращения
37. Механизмы фазовых превращений (нормальный и мартенситный).
38. Гомогенное и гетерогенное зарождения новой фазы.
39. Метастабильные состояния. Условия образования. Мартенсит.
40. Диаграммы фазового равновесия двойных систем. Методы построения диаграмм, вариантность системы. Правило фаз Гиббса.
41. Понятия фаза, структурная составляющая.

**42.** Диаграммы состояния с ограниченной растворимостью и отсутствием растворимости в твёрдом состоянии.
**43.** Диаграммы состояния с неограниченной растворимостью.
**44.** Диаграммы состояния с промежуточными фазами.
**45.** Диаграммы состояния с полиморфными превращениями
**46.** Тройные диаграммы. Концентрационный треугольник.
**47.** Строение полимеров, фазовые переходы в полимерах
**48.** Диаграмма изотермического распада переохлаждённого аустенита.
**49.** Политермические и изотермические разрезы тройных диаграмм
**50.** Диаграммы состояния с неограниченной растворимостью
**51.** Структура и свойства композитов
**52.** Политермические и изотермические разрезы тройных диаграмм
**53.** Свойства полимеров
**54.** Диаграммы состояния с эвтектическим превращением.
**55.** Диаграммы состояния с перитектическим превращением.
**56.** Из каких структурных составляющих состоят в твердом состоянии доэвтектектический, эвтектектический и заэвтектектический сплавы.
**57.** Промежуточные фазы и химические соединения на диаграммах состояния двойных систем.
**58.** Диаграммы состояния с конгруэнтно плавящимися фазами .
**59.** Диаграммы состояния с инконгруэнтно плавящимися фазами .
**60.** Область гомогенности промежуточных фаз
**61.** Диаграммы состояния двухкомпонентных сплавов с эвтектоидным превращением.
**62.** Типы диаграмм состояния с полиморфными превращениями.
**63.** Понятие о тройных диаграммах фазового превращения. Концентрационный треугольник.
**64.** Метастабильное структурно-фазовое состояние. Мартенситное превращение.