

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



«УТВЕРЖДАЮ»

Декан ФМЭТ

/Ряжских В.И./

«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
«Материаловедение»

Направление подготовки 22.03.02 «МЕТАЛЛУРГИЯ»

Профиль «Технология литейных процессов»

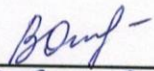
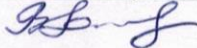
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Авторы программы

/Ожерельев В.В./

/Юрьева В.А./

Заведующий кафедрой  
технологии сварочного  
производства и диагностики



/Селиванов В.Ф./

Руководитель ОПОП



/Печенкина Л.С./

Воронеж 2021

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цели дисциплины:** преподавание в логическом и систематизированном порядке представлений и понятий о строении, свойствах и области применения металлических и неметаллических материалов, как конструкционных, так и специального назначения; формирование понимания физической сущности явлений, происходящих в материалах при воздействии на них различных факторов; изложение принципов прогнозирования и регулирования структуры с целью достижения основных эксплуатационных свойств материалов.

**1.2. Задачи освоения дисциплины:** владение знаниями о строении металлических и неметаллических материалов, их классификацией, маркировкой и свойствами;

научить анализировать фазовые диаграммы различных систем и на их основе понимать структуры сталей, чугунов и сплавов цветных металлов;

научить устанавливать связь между механическими, физическими, эксплуатационными свойствами металлических материалов и их структурой, составом и способом термической обработки;

обучить практике выявления и анализа структур.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Материаловедение» относится к дисциплинам базовой части блока Б1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Материаловедение» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 – способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы

ПК-3 – способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и металлообработке

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                                                                                      |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2        | <b>знать</b> методы исследования, проведения, обработки, результатов измерений и испытаний в металлургии и литейном производстве                                                                       |
|             | <b>уметь</b> выбирать методы исследования; планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы по анализу и диагностике машин, входящих в литейные комплексы |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <b>владеть</b> теоретическими основами фазовых превращений в сплавах; современными методами физико-химического анализа свойств и структуры металлов и сплавов; экспериментальными и теоретическими методами исследования и управления структурой, свойствами и состоянием поверхности металлических материалов и отливок                                                                                    |
| ПК-3 | <b>знать</b> о физико-химических основах металлургической технологии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|      | <b>уметь</b> разработать технологический процесс изготовления отливки одним из способов литья; выбрать наиболее целесообразный способ изготовления отливки; осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и металлообработке                                                                                                                                                         |
|      | <b>владеть</b> навыками расчета основных технологических параметров процесса изготовления отливки; теоретическими основами фазовых превращений в сплавах; современными методами физико-химического анализа свойств и структуры металлов и сплавов; экспериментальными и теоретическими методами исследования и управления структурой, свойствами и строением поверхности металлических материалов и отливок |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Материаловедение» составляет 9 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### очная форма обучения

| Виды учебной работы                     | Всего часов | Семестры |     |
|-----------------------------------------|-------------|----------|-----|
|                                         |             | 4        | 5   |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>       | 162         | 72       | 90  |
| В том числе:                            |             |          |     |
| Лекции                                  | 54          | 18       | 36  |
| Практические занятия (ПЗ)               | 36          | 18       | 18  |
| Лабораторные работы (ЛР)                | 72          | 36       | 36  |
| <b>Самостоятельная работа</b>           | 90          | 72       | 18  |
| <b>Курсовая работа</b>                  | +           | -        | +   |
| Часы на контроль                        | 72          | 36       | 36  |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен | +           | +        | +   |
| Общая трудоемкость:                     |             |          |     |
| академические часы                      | 324         | 180      | 144 |
| зач. ед.                                | 9           | 5        | 4   |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

| № п/п | Наименование темы                                               | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Лекц | Прак зан. | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1     | Введение. Строение металлов. Кристаллизация металлов и сплавов. | Значение и задачи курса. Типы связей в кристаллах, кристаллическое строение металлов. Параметры решетки. Моно- и поликристаллическое строение. Анизотропия и полиморфизм. Точечные, линейные, поверхностные эффекты и их свойства. Основы теории кристаллизации. Явление переохлаждения. Модифицирование. Термодинамические основы и кинетика кристаллизации. | 8    | 6         | 12        | 16  | 42         |
| 2     | Основы теории сплавов                                           | Понятие терминов: сплав, система, компонент, фаза. Образование твердых растворов внедрения и замещения. Упорядоченные твердые растворы и твердые растворы вычитания. Химические соединения и промежуточные фазы. Механические смеси. Методы построения диаграмм состояния двойных сплавов. Правило фаз. Правило отрезков.                                     | 6    | 6         | 12        | 16  | 40         |
| 3     | Железоуглеродистые сплавы                                       | Основные характеристики железа и углерода, фазы и структуры в железоуглеродистых сплавах. Диаграмма состояния железо-цементит. Техническое железо, сталь, белый чугун. Примеси в технических сплавах. Классификация, маркировка, свойства и применение углеродистых сталей. Серые чугуны. Классификация чугунов. Маркировка и свойства чугунов.               | 10   | 6         | 12        | 14  | 42         |
| 4     | Термическая обработка металлов и сплавов (теория и технология)  | Теория термической обработки. Превращения в сталях при нагреве. Преобразование аустенита в изотермических условиях и при непрерывном охлаждении. Критическая скорость закали.                                                                                                                                                                                 | 10   | 6         | 12        | 14  | 42         |

|       |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |    |    |    |     |
|-------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|-----|
|       |                                                                     | Мартенситное превращение и его главные особенности. Классификация видов термической обработки стали. Классификация видов термической обработки стали и ее технология. Отжиг, нормализация и закалка стали, их режимы. Первое, второе и третье превращение при отпуске. Закаливаемость и прокаливаемость сталей.                          |    |    |    |    |     |
| 5     | Конструкционные стали и сплавы. Стали и сплавы с особыми свойствами | Углеродистые конструкционные стали. Легирующие элементы в конструкционных сталях. Цементуемые конструкционные стали и технологический режим их обработки. Улучшаемые стали. Низколегированные стали.                                                                                                                                     | 10 | 6  | 12 | 14 | 42  |
| 6     | Цветные металлы и сплавы                                            | Основы теории термической обработки (старения) легких сплавов. Классификация алюминиевых сплавов. Взаимодействие алюминия с другими элементами. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Классификация медных сплавов и их маркировка. Латунь и бронзы. Состав, свойства и структура медных сплавов, их обрабатываемость и назначение. | 10 | 6  | 12 | 16 | 44  |
| Итого |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 54 | 36 | 72 | 90 | 252 |

## 5.2 Перечень лабораторных работ

### 1. Строение и свойства металлов

Инструктаж по технике безопасности. Структурный анализ металлов и сплавов. Техника приготовления микрошлифов.

### 2. Количественная металлография

Определение размера зерна, количественное соотношение фаз.

### 3. Кристаллизация солей из растворов

Проследить процесс образования и роста различных кристаллов на примере кристаллизации солей из водных растворов

### 4. Теория сплавов

Диаграммы состояния двойных систем цветных металлов. Методы построения диаграмм состояния двойных систем. Типичные микроструктуры двойных сплавов

## **5. Определение механических свойств материалов**

Методы механических испытаний материалов

## **6. Железоуглеродистые сплавы**

Диаграмма состояния сплавов системы железо-углерод.

Микроструктура углеродистых сталей и чугунов.

## **7. Термическая обработка сталей и сплавов**

Отжиг I рода. (Рекристаллизационный отжиг).

Отжиг II рода. Нормализация.

## **8. Термическая обработка дуралюмина (ТО сплава без полиморфного превращения)**

Закалка. Старение на примере сплава марки Д16

## **9. Закалка. Отпуск стали. (ТО сплава с полиморфным превращением)**

ТО на примере доэвтектоидной, эвтектоидной, заэвтектоидной сталей

## **10. Термическая обработка литейного чугуна**

ТО на примере серого чугуна

## **11. Микроанализ химико-термически обработанных углеродистых и легированных сталей**

## **12. Прокаливаемость. Закаливаемость**

## **13. Анализ микроструктуры цветных сплавов**

# **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 5 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Исследование диаграммы состояния двойной системы А-В. Выбор материала по заданным условиям»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- научить анализировать фазовые и структурные диаграммы различных систем и на их основе понимать структуры сталей, чугунов и сплавов цветных металлов;

- научить устанавливать связь между механическими, физическими, эксплуатационными свойствами металлических материалов и их структурой, составом и способом термической обработки;

- получить навыки выбора материала для заданных условий эксплуатации и использования нормативной документации.

Курсовая работа включает в себя расчетно-пояснительную записку.

Контрольная работа №1 по темам: «Кристаллическое строение металлов», «Строение реальных кристаллов».

Тестирование и контрольная работа №2 по темам: «Основы теории сплавов», «Диаграммы состояния двойных сплавов».

Тестирование и контрольная работа №3 по теме: «Диаграмма состояния сплавов системы железо – углерод».

Контрольная работа №4 по теме: «Термическая обработка сталей».

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                                                                                                                                                         | Критерии оценивания                                                                                    | Аттестован                                                    | Не аттестован                                                   |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| ПК-2        | <b>знать</b> методы исследования, проведения, обработки, результатов измерений и испытаний в металлургии и литейном производстве                                                                                                                                          | Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | <b>уметь</b> выбирать методы исследования; планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы по анализу и диагностике машин, входящих в литейные комплексы                                                                    | Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы                                      | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | <b>владеть</b> теоретическими основами фазовых превращений в сплавах; современными методами физико-химического анализа свойств и структуры металлов и сплавов; экспериментальными и теоретическими методами исследования и управления структурой, свойствами и состоянием | Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по курсовой работе    | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                        |                                                               |                                                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|      | поверхности<br>металлических<br>материалов и отливок                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                        |                                                               |                                                                 |
| ПК-3 | <b>знать</b> основы физико-химических основ металлургической технологии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|      | <b>уметь</b> разработать технологический процесс изготовления отливки одним из способов литья; выбрать наиболее целесообразный способ изготовления отливки; осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и металлообработке                                                                                                                                                         | Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы                                      | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|      | <b>владеть</b> навыками расчета основных технологических параметров процесса изготовления отливки; теоретическими основами фазовых превращений в сплавах; современными методами физико-химического анализа свойств и структуры металлов и сплавов; экспериментальными и теоретическими методами исследования и управления структурой, свойствами и строением поверхности металлических материалов и отливок | Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по курсовой работе    | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4, 5 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                                                                                                                                                                                                        | Критерии оценивания                                      | Отлично                                                | Хорошо                                                                                | Удовл.                                                   | Неудовл.                             |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| ПК-2        | <b>знать</b> методы исследования, проведения, обработки, результатов измерений и испытаний в металлургии и литейном производстве                                                                                                                                                                                         | Тест                                                     | Выполнение теста на 90- 100%                           | Выполнение теста на 80- 90%                                                           | Выполнение теста на 70- 80%                              | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | <b>уметь</b> выбирать методы исследования; планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы по анализу и диагностике машин, входящих в литейные комплексы                                                                                                                   | Решение стандартных практических задач                   | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
|             | <b>владеть</b> теоретическими основами фазовых превращений в сплавах; современными методами физико-химического анализа свойств и структуры металлов и сплавов; экспериментальными и теоретическими методами исследования и управления структурой, свойствами и состоянием поверхности металлических материалов и отливок | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
| ПК-3        | <b>знать</b> о физико-химических основах металлургической технологии                                                                                                                                                                                                                                                     | Тест                                                     | Выполнение теста на 90- 100%                           | Выполнение теста на 80- 90%                                                           | Выполнение теста на 70- 80%                              | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | <b>уметь</b> разработать технологический процесс изготовления отливки одним из способов литья;                                                                                                                                                                                                                           | Решение стандартных практических задач                   | Задачи решены в полном объеме и получены верные        | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен                              | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                          |                                                        |                                                                                       |                                                          |                  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------|
|  | выбрать наиболее целесообразный способ изготовления отливки; осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и металлообработке                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          | ответы                                                 | верный ответ во всех задачах                                                          |                                                          |                  |
|  | <b>владеть</b> навыками расчета основных параметров процесса изготовления отливки; теоретическими основами фазовых превращений в сплавах; современными методами физико-химического анализа свойств и структуры металлов и сплавов; экспериментальными и теоретическими методами исследования и управления структурой, свойствами и строением поверхности металлических материалов и отливок | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что такое мартенсит в углеродистой стали?  
 А) Твердый раствор внедрения углерода в  $\alpha\text{Fe}$ ;  
 Б) Твердый раствор внедрения углерода в  $\gamma\text{Fe}$ ;  
 В) Пересыщенный твердый раствор внедрения углерода в  $\alpha\text{Fe}$ ;  
 Г) Пересыщенный твердый раствор внедрения углерода в  $\gamma\text{Fe}$ ;  
 Д) Твердый раствор замещения углерода в  $\alpha\text{Fe}$ .
2. С какой целью проводят рекристаллизационный отжиг?  
 А) Выравнивание химического состава;  
 Б) Устранение наклепа;  
 В) Снятие внутренних напряжений;  
 Г) Измельчение зерна;  
 Д) Устранение сетки вторичного цементита.

3. Что является основной технологической особенностью отжига?
  - A) Температура нагрева;
  - B) Скорость нагрева;
  - C) Время выдержки;
  - D) Скорость охлаждения;
  - E) Время нагрева.
4. Что является причиной брака по недостаточной твердости при неполной закалке доэвтектоидной стали?
  - A) Окисление по границам зерен;
  - B) Образование сетки вторичного цементита;
  - C) Укрупнение зерна;
  - D) Наличие избыточного феррита;
  - E) Получение слишком мелкого зерна.
5. К какому типу дефектов можно отнести газовые раковины в отливках?
  - A) К точечным;
  - B) К линейным;
  - C) К поверхностным;
  - D) К объемным;
  - E) К смешанным.
6. Как взаимодействуют краевые дислокации одного знака, движущиеся в одной плоскости скольжения?
  - A) Притягиваются;
  - B) Отталкиваются;
  - C) Выстраиваются в вертикальные стенки;
  - D) Выстраиваются в "шахматном" порядке;
  - E) Взаимно тормозятся.
7. Как изменяется количество феррита в железоуглеродистых сплавах с увеличением содержания углерода?
  - A) Растет;
  - B) Уменьшается;
  - C) По кривой с максимумом;
  - D) По кривой с минимумом;
  - E) Не зависит от содержания углерода.
8. Какой термической обработке подвергаются детали после цементации?
  - A) Закалке и высокотемпературному отпуску;
  - B) Закалке;
  - C) Закалке и низкотемпературному отпуску;
  - D) Дополнительная термообработка не требуется;
  - E) Отжигу.
9. Какая термическая обработка применяется для заэвтектоидных сталей перед закалкой?
  - A) Сфероидизирующий отжиг;
  - B) Нормализация;
  - C) Рекристаллизационный отжиг;
  - D) Отжиг для снятия внутренних напряжений;
  - E) Диффузионный отжиг
10. Сталь была подвергнута улучшению. Это означает, что
  - A) Была проведена дополнительная очистка по вредным примесям;
  - B) Было выполнено охлаждение из аустенитного состояния на спокойном воздухе;
  - C) Было проведено модифицирование;
  - D) Была проведена закалка с последующим высоким отпуском;

## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Что обозначает буква  $s$  в формуле  $s = k + p - f$ ?
  - A) Число внешних факторов;
  - B) Число фаз;
  - C) Число степеней свободы;
  - D) Число компонент;
  - E) Концентрацию основной компоненты.
2. Что обозначает буква  $F$  в формуле  $F = H - TS$ ?
  - A) Энтропию;
  - B) Абсолютную температуру;
  - C) Полную энергию;
  - D) Свободную энергию;
  - E) Силу.

3. При нагреве до какой температуры закалка стали не имеет смысла?
  - A) Ниже линии  $A_1$ ;
  - B) Выше линии  $A_1$  на 30-50 °C;
  - C) Выше линии  $A_3$  на 30-50 °C;
  - D) Выше линии  $A_3$  на 100-150 °C;
  - E) Выше линии  $A_{сг}$  на 30-50 °C.
4. Сколько атомов приходится на элементарную ячейку ОЦК решетки?
  - A) 4;
  - B) 2;
  - C) 1;
  - D) 6;
  - E) 8.
5. Как зависит размер рекристаллизованного зерна от степени предварительной деформации, превышающей  $\epsilon_{кр}$ ?
  - A) Растет;
  - B) Уменьшается;
  - C) Зависимость имеет максимум;
  - D) Зависимость имеет минимум;
  - E) Размер зерна не зависит от степени предварительной деформации.
6. Какое из приведенных трехфазных равновесий относится к монотектическому?
  - A)  $\beta_1 = \beta_2 + \alpha$ ;
  - B)  $\gamma = \alpha + \beta$ ;
  - C)  $\beta + \gamma = \alpha$ ;
  - D)  $\gamma_1 + \gamma_2 = \alpha$ ;
  - E)  $\gamma_1 = \gamma_2 + \alpha$ ;
7. Как меняется размер критического зародыша с ростом степени переохлаждения?
  - A) Растет;
  - B) Уменьшается;
  - C) Описывается кривой с максимумом;
  - D) Описывается кривой с минимумом;
  - E) Не зависит от степени переохлаждения.
8. Какая составляющая свободной энергии  $\Delta F = -\Delta F_{об.} + \Delta F_{упр.} + \Delta F_{пов.}$  является определяющей при первичной кристаллизации?
  - A)  $\Delta F_{пов.}$ ;
  - B)  $\Delta F_{упр.}$ ;
  - C)  $\Delta F_{об.} + \Delta F_{упр.}$ ;
  - D)  $\Delta F_{пов.} + \Delta F_{упр.}$ ;
  - E)  $\Delta F_{об.}$
9. Какую характеристику материалов определяют при одноосном растяжении?
  - A) KCU;
  - B)  $\delta$ ;
  - C)  $\epsilon$ ;
  - D) HRB;
  - E)  $\sigma_{100}$ .
10. Какой из легирующих элементов относится к ферритообразующим?
  - A) N;
  - B) Cr;
  - C) Ni;
  - D) Mn;
  - E) C.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Какую структуру имеет доэвтектический белый чугун?
  - A)  $\alpha\text{Ф} + \text{ЦII}$ ;
  - B)  $\alpha\text{Ф} + \text{П}$ ;
  - C)  $\text{П} + \text{ЦII}$ ;
  - D)  $\text{П} + \text{Л} + \text{ЦII}$ ;
  - E)  $\text{Л} + \text{ЦI}$ .

2. Какая структура получается при охлаждении углеродистой стали в масле?

- A) Перлит;
- B) Сорбит;
- C) Троостит;
- D) Бейнит;
- E) Мартенсит.

3. Каково соотношение линейных параметров кубической решетки?

- A)  $a=b \neq c$ ;
- B)  $a \neq b \neq c$ ;
- C)  $a=b=c$ ;
- D)  $a > b > c$ ;
- E)  $a < b < c$ .

4. Какой из перечисленных сплавов является сталью?

- A) ХН77ТЮР;
- B) Бр03Ц7С5Н1;
- C) Р18;
- D) Д16;
- E) ВТ5.

5. Какая структура образуется при низком отпуске стали?

- A) Мартенсит отпуска;
- B) Троостит отпуска;
- C) Зернистый сорбит;
- D) Пластинчатый сорбит;
- E) Зернистый перлит.

6. Элементы А и В образуют диаграмму эвтектического типа и два ограниченных твердых раствора  $\alpha$  и  $\beta$  переменной растворимости. Какую структуру будет иметь сплав, имеющий концентрацию в интервале между минимальной и максимальной растворимостью элемента В в элементе А?

- A)  $\alpha + \beta_{II}$ ;
- B)  $\alpha + \varepsilon + \beta_{II}$ ;
- C)  $\varepsilon + \alpha_{II} + \beta_{II}$ ;
- D)  $\beta + \varepsilon + \alpha_{II}$ ;
- E)  $\beta + \alpha_{II}$ .

7. Какие процессы происходят при отпуске стали в интервале температур 400-600 °С?

- A) Частичный распад мартенсита;
- B) Распад остаточного аустенита;
- C) Карбидное превращение;
- D) Полный распад мартенсита и карбидное превращение;
- E) Изменяется морфология структуры феррита, происходит коагуляция частиц цементита.

8. Какова форма графитовых включений в белых чугунах?

- A) Хлопьевидная;
- B) Шаровидная;
- C) Зернистая;
- D) В этих чугунах нет графита;
- E) Пластинчатая.

9. Легированные стали по структуре нормализации делятся на 4 класса. Выберите лишний.

- A) Ферритный;
- B) Перлитный;
- C) Аустенитный;
- D) Ледебуритный;
- E) Мартенситный.

10. Какой из перечисленных сплавов является титановым сплавом?

- A) ХН77ТЮР;
- B) Бр03Ц7С5Н1;
- C) Р18;
- D) Д16;
- E) ВТ5.

## **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом

## **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

### **4 семестр**

1. Кристаллическое строение металлов.
2. Точечные дефекты и их свойства.
3. Основные типы кристаллических решеток металлов.
4. Плавление металлов.
5. Механизмы кристаллизации металлов.
6. Физическая природа деформации и разрушения.
7. Отдых, полигонизация и рекристаллизация.
8. Явление наклепа.
9. Собирательная рекристаллизация.
10. Что такое сплав?
11. Что такое система?
12. Что такое компонент?
13. Что такое фаза?
14. Твердые растворы внедрения и замещения.
15. Упорядоченные твердые растворы и твердые растворы вычитания.
16. Химические соединения и промежуточные фазы.
17. Механические смеси.
18. Методы построения диаграмм состояния двойных сплавов.
19. Правило фаз. Правило отрезков.
20. Диаграмма состояния сплавов с эвтектическим превращением.
21. Диаграмма состояния сплавов с перитектическим превращением.
22. Диаграмма состояния сплавов с переменной растворимостью компонентов.
23. Диаграмма состояния сплавов с химическим соединением.
24. Диаграмма состояния сплавов с полиморфным превращением.
25. Основные характеристики железа, углерода и их сплавов.

### **5 семестр**

#### **Теоретические вопросы**

1. Основные типы структур металлов.
2. Классификация дефектов кристаллической решетки. Точечные дефекты.
3. Классификация дефектов кристаллической решетки. Краевые дислокации.
4. Классификация дефектов кристаллической решетки. Винтовые и смешанные дислокации.
5. Контур Бюргерса, вектор Бюргерса, плотность и торможение дислокаций.
6. Классификация дефектов кристаллической решетки. Поверхностные дефекты.
7. Основные закономерности самопроизвольной кристаллизации.
8. Влияние степени переохлаждения на основные характеристики процесса кристаллизации.
9. Несамопроизвольная кристаллизация. Модифицирование.
10. Форма кристаллов и структура слитка.
11. Вторичная кристаллизация. Особенности мартенситного механизма.
12. Фазы в сплавах металлических систем.
13. Правило фаз Гиббса, правило отрезков.
14. Диаграмма состояния с неограниченной растворимостью компонентов в твердом и жидком состоянии.
15. Диаграмма состояния с эвтектикой. Строение эвтектики.
16. Диаграмма состояния с перитектикой.

17. Диаграммы состояния с полиморфизмом у компонентов.
18. Диаграммы состояния с химическим соединением и промежуточной фазой.
19. Правило Курнакова.
20. Геометрические свойства концентрационного треугольника тройных диаграмм.
21. Механические свойства конструкционных материалов.
22. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла.
23. Компоненты и фазы диаграммы железо-углерод.
24. Формирование структуры сплавов диаграммы железо-цементит.
25. Чугуны. Серые, высокопрочные, ковкие.
26. Классификация видов термической обработки.
27. Термическая обработка сплавов, не имеющих превращений в твердом состоянии.
28. Термическая обработка сплавов с переменной растворимостью в твердом состоянии.
29. Превращения в сталях при нагреве до аустенитного состояния.
30. Превращения в сталях при охлаждении из аустенитного состояния.
31. Диаграмма изотермического распада аустенита.
32. Превращения аустенита в изотермических условиях и при непрерывном охлаждении.
33. Особенности мартенситного превращения в сталях.
34. Бейнитное превращение в сталях.
35. Перлитное превращение в сталях.
36. Превращения при нагреве закаленной стали.
37. Отжиг и нормализация сталей.
38. Закалка сталей. Обработка холодом.
39. Закаливаемость и прокаливаемость сталей.
40. Химико-термическая обработка сталей.
41. Свойства и классификация углеродистых сталей
42. Маркировка легированных сталей
43. Классификация легированных сталей
44. Конструкционные легированные стали
45. Инструментальные легированные стали
46. Коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные легированные стали
47. Сплавы на основе алюминия.
48. Классификация и применение алюминиевых сплавов.
49. Сплавы на основе меди.
50. Классификация и применение медных сплавов.

### **Практические вопросы**

1. Режим обработки стали 45 на зернистый сорбит.
2. Режим обработки стали У8 на зернистый перлит.
3. Режим получения структуры нижнего бейнита в стали У8.
4. Режим термической обработки низкоуглеродистой стали, подвергнутой цементации.
5. Режим упрочняющей термической обработки сплава Д16.
6. Режим обработки на максимальную твердость стали 50.
7. Режим обработки на максимальную твердость стали У8.
8. Режим обработки на максимальную твердость стали У10.
9. Причина брака при закалке стали 40, заключающегося в получении троостито-мартенситной структуры.
10. Причина брака при улучшении среднеуглеродистой стали, заключающегося в превышении заданного уровня твердости.
11. Причина брака при улучшении среднеуглеродистой стали, заключающегося в

- занижении заданного уровня твердости.
12. Причина брака при закалке среднеуглеродистой стали, заключающегося в недостаточной твердости.
  13. Причина ухудшения пластичности стали при замене улучшения нормализацией.
  14. Причина различий в механических свойствах дуралюмина, подвергнутого отжигу, закалке и естественному старению.
  15. Способы устранения остаточного аустенита в закаленной стали.
  16. Способ измельчения, структура эвтектики в силуминах.
  17. Способы измельчения зерна в металлических материалах.
  18. Способ получения шаровидного графита в чугунах.
  19. Способ получения структуры ковкого чугуна.
  20. Способы закалки стали.

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проводится по тест - карточкам. Студенту выдается карточка с пятью вопросами. Правильный ответ на каждый вопрос только один. За правильный ответ студент получает один балл. У каждого студента свой вариант. Некоторые вопросы в разных вариантах могут повторяться, так как являются приоритетными.

Максимальное количество набранных баллов – 5.

Шкала оценивания:

Оценка «отлично» выставляется студенту, набравшему 5 баллов.

Оценка «хорошо», выставляется студенту, набравшему 4 балла.

Оценка «удовлетворительно», выставляется студенту, набравшему 3 балла.

Оценка «неудовлетворительно», выставляется студенту, набравшему менее 3 баллов.

Аттестованы студенты, набравшие 3 и более баллов.

Пример тест - задания

#### **ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ**

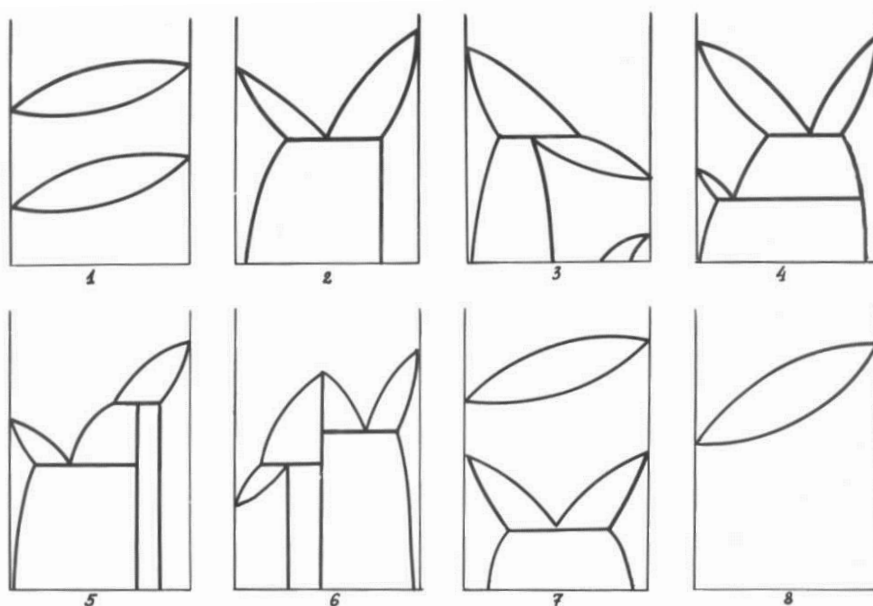
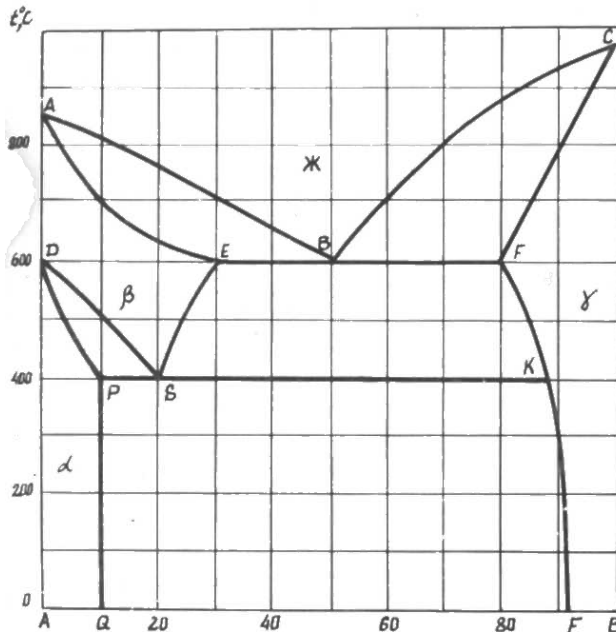


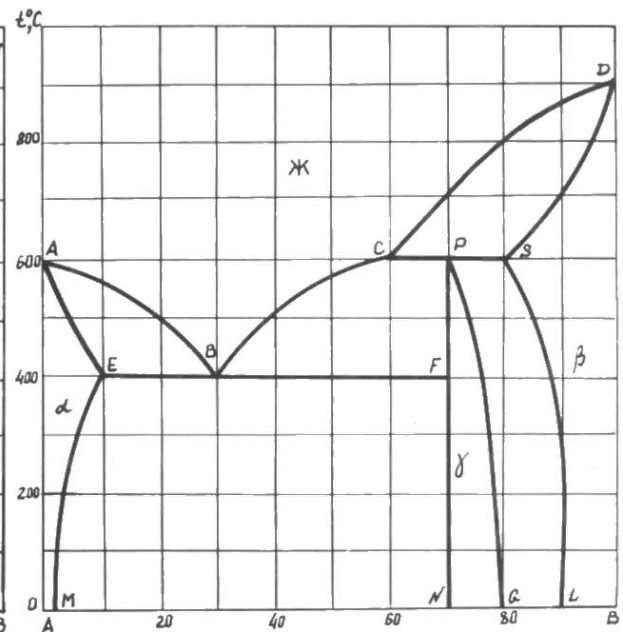
Рисунок 1

Вопрос 1. В каких двойных системах, диаграммы которых показаны на рисунке 1, есть компоненты, имеющие полиморфные превращения?

Ответы: 1) 2, 1, 3      2) 2, 4, 5, 6      3) 3, 4, 7      4) 2, 4, 7, 8      5) 1, 3, 4, 7



а)



б)

Рисунок 2

Вопрос 2. Пользуясь рисунком 2а, определите, из каких фаз состоит сплав, содержащий 70% компонента В при 700 °С.

Ответы: 1) ж + γ      2) β + ж      3) β + γ      4) ж, β, γ      5) α, β, γ

Вопрос 3. Пользуясь рисунком 2б, определите количество жидкой фазы в сплаве, содержащем 10 % элемента В при температуре 500 °С.

Ответы: 1) 10%      2) 20%      3) 30%      4) 50%      5) 60%

Вопрос 4. Пользуясь рисунком 2а, нарисуйте кривую охлаждения для сплава, содержащего 20% компонента В; укажите реакции, протекающие на всех участках кривой охлаждения.

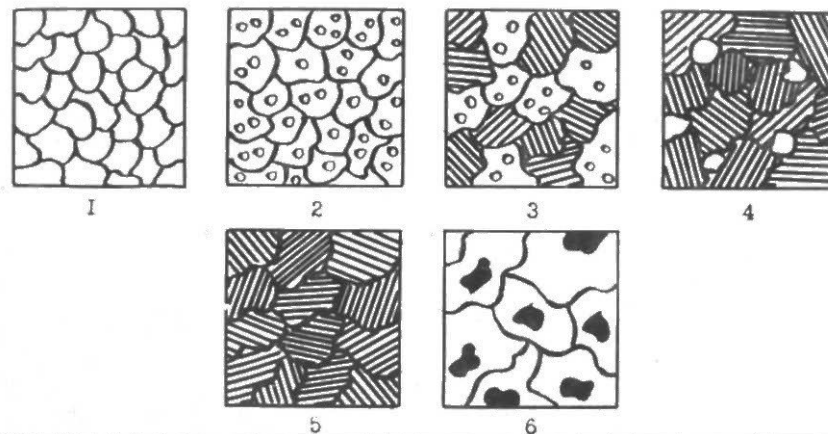


Рисунок 3

Вопрос 5. Пользуясь рисунками 2б и 3, определите, какой тип структуры будет иметь сплав, содержащий 75-80% элемента В при комнатной температуре.

Ответы: 1) 1                      2) 3                      3) 4                      4) 5                      5) 6

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 3 теоретических вопроса и 1 практический вопрос (задачу). Каждый правильный ответ на теоретический вопрос оценивается 1 баллом, практический вопрос (задача) оценивается в 2 балла. Максимальное количество набранных баллов – 5.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 3 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал 3 балла.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал 4 балла.

4. Оценка «Отлично» ставится в случае, если студент набрал 5 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины                            | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства                                                            |
|-------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Введение. Строение металлов. Кристаллизация металлов и сплавов.     | ПК-2, ПК-3                     | Тест, контрольная работа, устный опрос                                                      |
| 2     | Основы теории сплавов                                               | ПК-2, ПК-3                     | Тест, контрольная работа, устный опрос                                                      |
| 3     | Железоуглеродистые сплавы                                           | ПК-2, ПК-3                     | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, экзамен                                |
| 4     | Термическая обработка металлов и сплавов (теория и технология)      | ПК-2, ПК-3                     | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, курсовая работа, экзамен               |
| 5     | Конструкционные стали и сплавы. Стали и сплавы с особыми свойствами | ПК-2, ПК-3                     | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, курсовая работа, устный опрос, экзамен |
| 6     | Цветные металлы и сплавы                                            | ПК-2, ПК-3                     | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, курсовая работа, устный опрос, экзамен |

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется

проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

|   |                                                                      |                                                                                                                                                                                                             |
|---|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Мухин и др.; под ред. Б.Н. Арзамасова | Материаловедение – М: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2003. – 648 с.                                                                                                                                               |
| 2 | Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П.                                          | Материаловедение – М.: Изд-во Металлургия, 1990. – 472 с.                                                                                                                                                   |
| 3 | Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштадт                                           | Материаловедение (Лаб. работы, методы анализа, задачи). М.: Металлургия, 1985. – 384 с.                                                                                                                     |
| 4 | Л.С. Печенкина, В.А. Юрьева                                          | Решение задач по диаграммам состояния металлических систем (практикум). Электронное издание, Воронеж: Изд-во ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2020. – 2,6 Мб 4,2 уч.-изд. л. |
| 5 | М.В. Березин, И.А. Пантыкина, В.А. Юрьева                            | Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Материаловедение». Воронеж, 2011. - 48 с. № 200-2011                                                                                       |
| 6 | О.В. Горожанкина, В.А. Юрьева                                        | Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Материаловедение». Воронеж, Часть 1-3 №№ 274-2013, 177 -2014, 178-2014                                                                     |

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Рекомендуемая литература в виде электронных ресурсов представлена

на сайте ВГТУ (научно-техническая библиотека): <http://catalog.vorstu.ru/>

- Информационно-правовые порталы «Консультант плюс» (<http://www.consultant.ru>), «Гарант» (<http://www.garant.ru/>);
- Библиотека ГОСТов, стандартов и нормативов (<http://www.infosait.ru/>);
- Электронная информационно-образовательная среда ВГТУ (<http://old.education.cchgeu.ru>)

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой

Учебные лаборатории:

«Лаборатория металлографического анализа»

«Лаборатория механических испытаний»

«Лаборатория термической обработки»

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума

Лаборатория, оборудованная проектором и интерактивной доской

Натурные лекционные демонстрации:

- Комплект элементарных ячеек;
- Комплекты образцов сталей, чугунов, цветных металлов;
- Атласы металлографические;
- Комплекты фотографий микроструктур сталей и чугунов.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Материаловедение» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета величины зерна, количественного соотношения фаз, химического состава фаз. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы. Освоение дисциплины оценивается на экзамене.

| Вид учебных занятий | Деятельность студента                           |
|---------------------|-------------------------------------------------|
| Лекция              | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии. |
| Практическое занятие                  | Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Лабораторная работа                   | Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.                                                                             |
| Самостоятельная работа                | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:<br>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;<br>- выполнение домашних заданий и расчетов;<br>- работа над темами для самостоятельного изучения;<br>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;<br>- подготовка к промежуточной аттестации.        |
| Подготовка к промежуточной аттестации | Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.                                                                                                                                                                                                         |