

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор  
по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 03 » 09 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«МЕТАЛЛОГРАФИЯ»**

Направление подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов"

Профиль подготовки

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость, зач. ед. (час.)	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРП, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз./зачет)
V	4 (144)	18		18	18	54	Экзамен (36 час.)
Итого	4 (144)	18		18	18	54	Экзамен (36 час.)

Владимир, 2018

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью дисциплины «Металлография»** является изучение закономерностей образования структуры, исследуя макроструктуру и микроструктуру металла, а также изменения свойств металла в зависимости от изменения его структуры. Исследование структуры необходимо для нахождения связи «структура–свойство», а установление закономерностей образования структуры – для прогнозирования на основе этой связи свойств новых сплавов.

В результате освоения данной дисциплины у студентов формируются основные профессиональные компетенции, отвечающие требованиям ФГОС ВО, к результатам освоения ОПОП ВО по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Таблица 1. Требования к результатам освоения программы бакалавриата

Код	Требования к результатам освоения программы бакалавриата
ПК-4	способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модифицировании
ПК-5	готовность комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертифицированные, процессов их производства, обработки и модификации
ПК-12	готовность работать на оборудовании в соответствии с правилами техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина «Металлография» относится к вариативной части блока 1 ОПОП ВО. Данную дисциплину студенты изучают во 5-м семестре.

Для успешного усвоения студентами курса «Металлография» необходимо знание основных курсов химии, физики, общего материаловедения и технологии материалов. Из курса высшей математики используются элементы дифференциального и интегрального исчисления. Курс химии обеспечивает сведениями о типах связи в твердых телах, энергетике и кинематике химических процессов, теории коррозии металлов. Из курса физики при изучении данной дисциплины используются следующие разделы: физика твердого тела, физика элементарных частиц, молекулярная физика. Из курса материаловедения и технологии материалов используются следующие разделы: теория сплавов; критерии оценки мате-

риалов; пластическая деформация и рекристаллизация металлов, сплавы на основе железа; цветные металлы и сплавы; неметаллические материалы; обработка металлов давлением; литейное производство.

Знания и навыки, полученные при изучении данного курса, широко применяются студентами при изучении других дисциплин блока 1: методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей; технология и оборудование термической и химико-термической обработки; выбор материалов и технологий в машиностроении и др.; а также при прохождении производственной и преддипломной практики.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**знать:** закономерности образования структуры, изменения механических, электрических и других физических свойств металла в зависимости от изменения его структуры; а также условия и причины возникновения при кристаллизации, пластической деформации и рекристаллизации текстуры металлов (ПК-4, 5, 12);

**уметь:** использовать на практике современные представления наук о материалах; работать на световом микроскопе; изготавливать микрошлифы; выявлять на шлифах типичные структурные составляющие, проводить металлографический анализ промышленных сталей и чугунов, цветных металлов и сплавов; изготавливать макрошлифы; проводить макроструктурный анализ (ПК-4, 5, 12);

**владеть:** методами анализа свойств материалов; практическими навыками металлографического исследования (ПК-4, 5, 12).

### **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **4.1. Разделы дисциплины и виды занятий:**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Таблица 2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРП	СРС		
1	Раздел 1	5	1-2	2					6	-	
2	Раздел 2	5	3-4	6		6		6	18	6/25	Рейтинг-контроль 1
			5-6								
			7-8								
3	Раздел 3	5	9-10	6		6		6	16	9/50	Рейтинг-контроль 2
			11-12								
			13-14								
4	Раздел 4	5	15-16	4		6		6	14	5/50	Рейтинг-контроль 3
			17-18								
<b>Всего</b>		<b>5</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>18</b>		<b>18</b>	<b>54</b>	<b>20/37</b>	<b>Экзамен</b>

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

*Раздел 1. Характеристика реального металла. Затвердевание металлов.*

Тема 1.1. Значение, цель и задачи курса «Металлография». Характеристика реального металла: Примеси в металлах.

Тема 1.2. Затвердевание металлов: Структура жидких металлов. Процесс затвердевания. Форма кристаллов, образующих при затвердевании металла. Возникновение дефектов решетки при затвердевании.

*Раздел 2. Практическая металлография.*

Тема 2.1. Металлографические микроскопы: Увеличение объекта. Принципиальная схема микроскопа. Разрешающая способность микроскопа. Объективы и окуляры. Общие правила обращения с микроскопом.

Тема 2.2. Приготовление микрошлифов: Отбор образцов для металлографического исследования. Шлифование и полировка шлифов. Выявление структуры травлением. Особенности приготовления микрошлифов различных сплавов. Хранение микрошлифов. Техника безопасности при приготовлении шлифов.

Тема 2.3. Методы выявления микроструктуры металлов: Основы выявления микроструктуры. Различные способы выявления микроструктуры. Химиче-

ское травление. Взвешивание химических веществ для приготовления реактивов. Электролитическое травление. Техника безопасности при травлении шлифов.

Тема 2.4. Методы определения неметаллических включений: Источники образования включений. Классификация неметаллических включений. Металлографические методы изучения неметаллических включений. Методы выделения и последующего изучения неметаллических включений.

Тема 2.5. Методы количественной металлографии: Определения величины зерна. ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна». Определение фазового состава сплавов.

Тема 2.6. Измерение микротвердости. Область применения метода микротвердости.

Тема 2.7. ГОСТ 10243-75 «Методы испытаний и оценки макроструктуры».

### *Раздел 3. Металлография сплавов на основе железа.*

Тема 3.1. Макро- и микроструктура литой и горячедеформированной углеродистой стали.

Тема 3.2. Микроструктуры сталей при различных термических обработках (отжиг, закалка, отпуск, химико-термическая обработка). Влияние цементации и последующей термической обработки на структуру и свойства цементованного слоя. Влияние азотирования на структуру и свойства поверхностного слоя.

Тема 3.3. Металлография сварных швов. Металлографический контроль сварных швов. Зона термического влияния.

Тема 3.4. Микроструктура легированных сталей. Типовые диаграммы равновесия Fe-M. Структура марганцевой стали. Структура хромистой стали. Структура никелевой стали. Структура кремнистой стали.

Тема 3.5. Макро- и микроструктура чугунов. ГОСТ 3443-87 «Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры».

### *Раздел 4. Металлография цветных металлов и сплавов.*

Тема 4.1. Микроструктура меди и ее сплавов.

Тема 4.2. Микроструктура алюминия и его сплавов.

Тема 4.3. Микроструктура титана и его сплавов.

Заключение.

## 4.3. Лекционный курс

Объем лекционной нагрузки составляет 33,3% от общего объема аудиторной нагрузки.

Таблица 3. Распределение лекционной нагрузки по формам проведения

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем нагрузки (в часах)	
		Лекции в традиционной форме	Лекции-консультации в активной форме
1	Раздел 1. Характеристика реального металла. Затвердевание металлов.	2	
2	Раздел 2. Практическая металлография.	3	3
3	Раздел 3. Металлография сплавов на основе железа	3	3
4	Раздел 4. Металлография цветных металлов и сплавов.	1	3
Итого		9	9
<b>Всего лекционной нагрузки</b>		<b>18</b>	

#### 4.4. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум является формой групповой аудиторной работы в небольших группах для освоения практических навыков с целью формирования основных профессиональных компетенций (ПК-4, 5, 12), необходимых для освоения основной образовательной программы.

Таблица 4. Перечень работ лабораторного практикума

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Продолжительность
1.	Раздел 2	Изучение металлографического микроскопа	2
2.	Раздел 2	Количественный металлографический анализ	2
3.	Раздел 2	Измерение микротвердости	2
4.	Раздел 3	Изучение влияния термической обработки на структуру углеродистых сталей	2
5.	Раздел 3	Металлография сварных швов.	2
6.	Раздел 3	Изучение структуры чугуна с различной формой графита	2
7.	Раздел 4	Металлография меди и сплавов на её основе.	4
Защита лабораторных работ			2
<b>Всего</b>			<b>18</b>

#### 4.5. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов является важнейшим компонентом образовательного процесса, развивающим их способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Цель самостоятельной работы - самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные технологии, обобщать, оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы, а также критически анализировать полученные знания и аргументировано отстаивать свои предложения. Она направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала (ПК-4, 5, 12).

Согласно учебному плану самостоятельная работа студентов делится на два вида: аудиторную (СРП) и внеаудиторную (СРС).

Самостоятельная работа студентов под руководством преподавателя является одним из видов учебных занятий. СРП выполняет две функции – консультативную и контролирующую.

Самостоятельная работа студентов в аудиторное время может предусматривать: выполнение самостоятельных работ; выполнение лабораторных работ; защиту выполненных работ; работу со справочной, методической и научной литературой; тестирование и т.п.

Таблица 5. Темы для самостоятельной работы студентов под руководством преподавателя

№ п/п	№ раздела дисциплины	СРП	Продолжительность
1.	Раздел 2	Приготовление микрошлифов: Отбор образцов для металлографического исследования. Шлифование и полировка шлифов. Выявление структуры травлением.	2
2.	Раздел 2	Различные способы выявления микроструктуры. Химическое травление. Взвешивание химических веществ для приготовления реактивов. Электролитическое травление. Техника безопасности при травлении шлифов.	2
3.	Раздел 2	Измерение микротвердости. Рейтинг-контроль 1	2
4.	Раздел 3	Макро- и микроструктура литой и горячедеформированной углеродистой стали. Защита лабораторных работ.	2
5.	Раздел 3	Типовые диаграммы равновесия Fe-M. Защита лабораторных работ.	2
6.	Раздел 3	Металлография сварных швов. Защита лабораторных работ. Рейтинг-контроль 2	2
7.	Раздел 4	Микроструктура алюминия и его сплавов. Защита лабораторных работ.	2
8.	Раздел 4	Микроструктура титана и его сплавов. Защита лабораторных работ.	2
		Рейтинг-контроль 3 Защита лабораторных работ	2
<b>Всего</b>			<b>18</b>

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов (СРС) выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве и консультативной помощи преподавателя, но без его непосредственного участия. Она включает в себя следующие виды работы студентов: опережающая самостоятельная работа, подготовка к практическим занятиям и подготовка к экзаменам. Опережающая самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя.

Несмотря на то, что учебным планом не предусмотрено написание рефератов, с целью активизации самостоятельной работы преподаватель предлагает студентам выполнить реферативную работу. При этом студентом может быть предложена и своя тематика. Студенты готовят реферат, делают по нему презентацию и докладываются перед студентами группы. Лучшие доклады представляются на вузовской студенческой конференции.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Большая часть лекционного материала оформлена в виде презентации с использованием стандартной программы в PowerPoint. Для демонстрации данного наглядно-иллюстрированного материала лекций используется соответствующая аппаратура (ноутбук, проектор).

В рамках проведения лекций и лабораторных занятий запланирован разбор конкретных ситуаций с целью формирования и развития профессиональных компетенций у обучающихся.

С целью активизации самостоятельной работы студентов целесообразно использование опережающей самостоятельной работы. Студенты самостоятельно изучают отдельные темы, отдельные вопросы, дополнительную литературу до изучения теоретического материала, что позволяет преподавателю опереться на изученный студентами материал. При этом вырабатываются значительный багаж знаний, навыков и умений, способность анализировать, осмысливать и оценивать современные события, решать профессиональные задачи на основе единства теории и практики, что гарантирует успешное освоение профессии.

Обсуждение студенческих докладов проходит в диалоговом режиме. Такая интерактивная технология развивает у студентов способность анализировать и синтезировать изучаемый материал, оформлять, представлять и докладывать его аудитории, умение вести дискуссию, аргументировано отстаивать свою точку зрения.





- в) расстояние между задней фокальной плоскостью объектива и передней фокальной плоскостью окуляра – оптическая длина тубуса микроскопа;
- г) максимальная разрешающая способность оптической системы;

4. Окуляры типа гомал \_\_\_\_\_.
- а) имеют отрицательное фокусное расстояние (от -20 до -70) и, следовательно, не могут быть использованы как лупа или как окуляр для визуальной работы;
  - б) специально рассчитывают для применения с объективами-апохроматами; в связи с задачей исправления хроматической аберрации объектива одна из линз обязательно двойная;
  - в) имеют наиболее простую конструкцию. Передняя линза (глазная) дает увеличение изображения, образованного в плоскости диафрагмы окуляра объективом и задней линзой окуляра (полево́й).
5. Излучение, имеющее длину волны равную 10-380 нм, является \_\_\_\_\_.
- а) ультрафиолетовым;
  - б) видимым;
  - в) инфракрасным.
6. На рис.1 окуляр обозначен цифрой \_\_\_\_\_.
- а) 1;
  - б) 7;
  - в) 10;
  - г) 13;

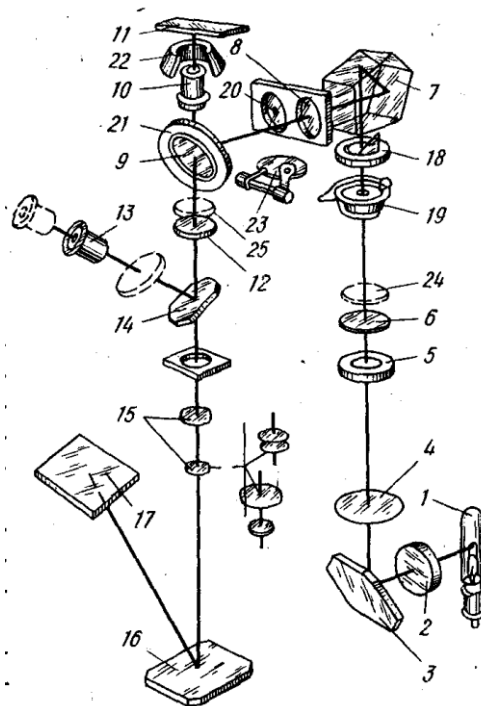


Рис.1.

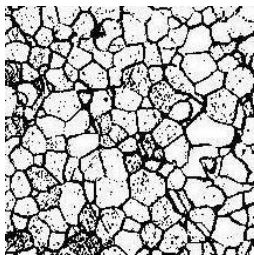
7. На рис.1 светофильтр обозначен цифрой \_\_\_\_\_.
- а) 1;
  - б) 4;
  - в) 7;
  - г) 11;
8. На рис.1 линза для работы в темном поле обозначена цифрой \_\_\_\_\_.
- а) 2;
  - б) 4;
  - в) 8;
  - г) 20;
9. На рис.1 отражающая пластинка обозначена цифрой \_\_\_\_\_.
- а) 2;
  - б) 4;
  - в) 7;
  - г) 9;

10. Имеющиеся надписи на окуляре микроскопа обозначают \_\_\_\_\_.
- а) увеличение; б) фокусное расстояние и числовую апертуру;  
в) фокусное расстояние; г) числовую апертуру;
11. На шлифованных образцах видны \_\_\_\_\_.
- а) поры; б) риски;  
в) зерна; г) неметаллические включения и поры;
12. На образцах (чугун) после полировки видны \_\_\_\_\_.
- а) поры; б) риски;  
в) зерна; г) неметаллические включения и поры.
13. Проба – это \_\_\_\_\_.
- а) часть металлопродукции, отобранная для изготовления из нее заготовок для образцов;  
б) часть заготовки определенного размера, обработанная или необработанная и подготовленная для испытаний;  
в) это заготовка, обработанная или необработанная механически, которая подвергается в случае необходимости термической обработке и предназначена для изготовления образцов;
14. Под *микроскопическим анализом (микроанализом)* понимают изучение строения металлов и сплавов с помощью металлографического микроскопа при увеличении в \_\_\_\_\_ раз.
- а) 5-30, б) 30-50, в) 50-2000, г) 2500-3000;
15. Перечислите и опишите виды спектра.

## Рейтинг-контроль II

1. Нетравленные образцы рассматривают \_\_\_\_\_.
- а) при малом (50-100) увеличении и при больших увеличениях;  
б) при 50-кратном увеличении;  
в) при больших увеличениях;  
г) при 100 кратном увеличении.
2. Что представляют собой неметаллические включения?
3. Что представляют собой природные неметаллические включения? Приведите примеры.
4. Для каких включений характерны размеры до 150 мкм.
- а) для окиси алюминия; б) сульфидов железа;  
в) силикатных включений; г) сульфидов марганца.
5. Округлую форму имеют \_\_\_\_\_.
- а) сульфидные включения железа и марганца, окисульфидные включения;  
б) сульфиды железа, никеля, закись меди;  
в) закиси железа и силикатные стекла;

- г) нитриды титана и ниобия, карбонитриды титана.
6. Как выглядят недостаточно пластичные включения после деформации? Приведите примеры таких включений.
7. Включения MnS представляют собой выделения \_\_\_\_\_
- выделения довольно правильной кристаллической формы;
  - выделения в виде сплошной или прерывистой пленки по границам зерен;
  - сохраняют свою первоначальную форму;
  - мелкие кристаллы довольно правильной формы, чаще всего кубической.
8. Аустенит – это...
- твердый раствор внедрения в альфа-железе;
  - химическое соединение железа с углеродом;
  - твердый раствор внедрения в гамма-железе;
  - однородная механическая смесь феррита и цементита.
9. Какую структуру имеет сталь 60 в равновесном состоянии?
- феррит;
  - феррит + перлит;
  - перлит;
  - перлит + цементит.
10. Представленная микроструктура стали является ....



- пластинчатым перлитом;
  - ферритом;
  - зернистым перлитом;
  - аустенитом.
11. Какую структуру имеет сталь У10 после полного отжига?
- мартенсит;
  - феррит + перлит;
  - бейнит;
  - перлит + цементит.
12. Какую структуру имеет сталь 40 после неполной закалки?
- мартенсит;
  - феррит + мартенсит;
  - бейнит;
  - мартенсит + цементит.
13. Пластинчатая структура, образующаяся при распаде аустенита, с размером пластинок  $\Delta 0 \approx (0,5 \dots 0,7) \cdot 10^{-3}$  мм называется \_\_\_\_\_
- сорбитом;
  - трооститом;
  - перлитом;
  - бейнитом.
14. При распаде аустенита в интервале температур  $640^\circ\text{C} - 590^\circ\text{C}$  образуется \_\_\_\_\_.
- сорбитом;
  - трооститом;
  - перлитом;
  - бейнитом.

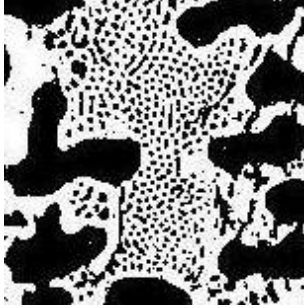
### Рейтинг-контроль III

1. В какой стали при термической обработке может образоваться мартенсит и феррит?
- У10,
  - 60,
  - У8;
  - Р6М5.

2. В какой стали и в результате какой термической обработки (укажите режимы) образуется структура: мартенсит отпуска и большое количество остаточного аустенита?

3. В какой стали и в результате какой термической обработки (укажите режимы) образуется структура: троостит отпуска?

4. Представленная микроструктура является \_\_\_\_\_



- а) доэвтекктическим белым чугуном;
- б) эвтекктическим белым чугуном;
- в) высокопрочным чугуном на феррито-перлитной основе;
- г) ковким чугуном на ферритной основе;

5. Представленная микроструктура чугуна является серым чугуном с \_\_\_\_\_ формой графита.



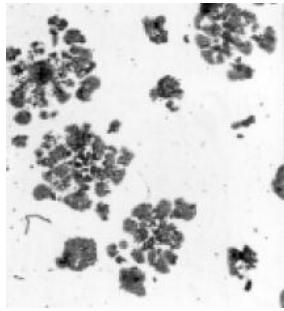
- а) пластинчатой прямолинейной;
- б) пластинчатой завихренной;
- в) игольчатой;
- г) гнездообразной.

6. На рисунке изображен серый чугун с \_\_\_\_\_ распределением включений графита.



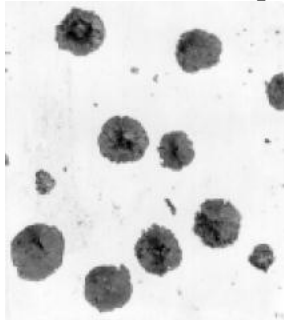
- а) равномерным;
- б) неравномерным;
- в) веточным;
- г) сетчатным.

7. На рисунке изображен высокопрочный чугун с \_\_\_\_\_ формой графита.



- а) разорванной;
- б) звездообразной;
- в) компактной;
- г) шаровидной правильной.

8. На рисунке изображен высокопрочный чугун с \_\_\_\_\_ распределением включений графита.



- а) равномерным;
- б) неравномерным;
- в) строчечным;
- г) скоплением мелких включений.

9. С какой целью проводят гомогенизационный отжиг алюминиевых сплавов?
- а) повышение однородности структуры и химического состава слитков;
  - б) получение неравновесной структуры;
  - в) повышение прочности и твердости;
  - г) понижение прочности и восстановление пластичности деформированного металла;
10. Что представляет собой  $\omega$ -фаза?
- а) это фаза, имеющая игольчатое строение, представляет собой пересыщенный твердый раствор замещения легирующих элементов в  $Ti_\alpha$  с ГПУ решеткой;
  - б) фаза с ромбической решеткой, образующаяся при большей степени легирования;
  - в) метастабильная промежуточная фаза с гексагональной решеткой;
  - г) твердый раствор легирующих элементов в  $Ti_\beta$  с ОЦК решеткой.

## Экзаменационные вопросы

### Часть I. Теоретические вопросы

1. Значение, цель и задачи курса «Металлография». Характеристика реального металла: Примеси в металлах.
2. Затвердевание металлов: Структура жидких металлов. Процесс затвердевания. Форма кристаллов, образующих при затвердевании металла. Возникновение дефектов решетки при затвердевании.
3. Металлографические микроскопы: Увеличение объекта. Принципиальная схема микроскопа.

4. Разрешающая способность микроскопа. Объективы и окуляры. Общие правила обращения с микроскопом.
5. Приготовление микрошлифов: Отбор образцов для металлографического исследования. Шлифование и полировка шлифов. Выявление структуры травлением.
6. Особенности приготовления микрошлифов различных сплавов. Хранение микрошлифов. Техника безопасности при приготовлении шлифов.
7. Методы выявления микроструктуры металлов: Основы выявления микроструктуры. Различные способы выявления микроструктуры. Химическое травление. Взвешивание химических веществ для приготовления реактивов. Электролитическое травление. Техника безопасности при травлении шлифов.
8. Методы определения неметаллических включений: Источники образования включений. Классификация неметаллических включений.
9. Металлографические методы изучения неметаллических включений. Методы выделения и последующего изучения неметаллических включений.
10. Методы количественной металлографии: Определения величины зерна. Определение фазового состава сплавов.
11. Измерение микротвердости. Область применения метода микротвердости.
12. Методы испытаний и оценки макроструктуры.
13. Макро- и микроструктура литой и горячедеформированной углеродистой стали.
14. Микроструктуры сталей при различных термических обработках (отжиг, закалка, отпуск).
15. Микроструктуры сталей, подвергнутых химико-термической обработке. Влияние цементации и последующей термической обработки на структуру и свойства цементованного слоя. Влияние азотирования на структуру и свойства поверхностного слоя.
16. Металлография сварных швов. Металлографический контроль сварных швов. Зона термического влияния.
17. Микроструктура легированных сталей. Типовые диаграммы равновесия Fe-M.
18. Структура марганцевой стали.
19. Структура хромистой стали.
20. Структура никелевой стали.
21. Структура кремнистой стали.
22. Макро- и микроструктура чугунов. Методы определения структуры.
23. Микроструктура меди и ее сплавов.
24. Микроструктура алюминия и его сплавов.
25. Микроструктура титана и его сплавов.

## **Часть II. Задачи практического характера**

Возможен следующий тип задач:

По структуре указать сталь и термическую обработку.

Назначить для указанной стали режимы термической обработки и структуру после каждого вида ТО.

## **Темы для самостоятельной работы**

*Раздел 1. Характеристика реального металла. Затвердевание металлов.*

Тема 1.2. Затвердевание металлов: Структура жидких металлов. Процесс затвердевания. Возникновение дефектов решетки при затвердевании.

*Раздел 2. Практическая металлография.*

Тема 2.2. Выявление структуры травлением. Особенности приготовления микрошлифов различных сплавов. Хранение микрошлифов. Техника безопасности при приготовлении шлифов.

Тема 2.4. Методы определения неметаллических включений: Источники образования включений. Классификация неметаллических включений. Металлографические методы изучения неметаллических включений. Методы выделения и последующего изучения неметаллических включений.

Тема 2.5. Методы количественной металлографии: Определения величины зерна. ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна».

Тема 2.7. ГОСТ 10243-75. Методы испытаний и оценки макроструктуры.

*Раздел 3. Металлография сплавов на основе железа.*

Тема 3.1. Макро- и микроструктура литой и горячедеформированной углеродистой стали.

Тема 3.3. Металлография сварных швов. Металлографический контроль сварных швов. Зона термического влияния.

Тема 3.4. Микроструктура легированных сталей. Типовые диаграммы равновесия Fe-M. Структура марганцевой стали. Структура хромистой стали. Структура никелевой стали. Структура кремнистой стали.

Тема 3.5. Макро- и микроструктура чугунов.

*Раздел 4. Металлография цветных металлов и сплавов.*

Тема 4.1. Микроструктура меди и ее сплавов.

Тема 4.2. Микроструктура алюминия и его сплавов.

Тема 4.3. Микроструктура титана и его сплавов.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

*Основная литература:*

1. Белихов А.Б. Основы практической металлографии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Белихов А.Б., Белкин П.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 56 с.— <http://www.iprbookshop.ru/18391>

2. Картонова Л. В. Основы материаловедения металлических и неметаллических веществ/ Л. В. Картонова, В. А. Кечин. – Владимир: Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых (ВлГУ), 2014. – 176 с. Издание на др. носителе: Основы материаловедения металлических и неметаллических веществ [Электронный ресурс], ISBN 978-5-9984-0503-7.



3. Материаловедение и технология материалов: Учебное пособие / К.А. Батышев, В.И. Безпалько; Под ред. А.И. Батышева, А.А. Смолькина. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 288 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-004821-5 <http://znanium.com/bookread2.php?book=397679>

4. Материаловедение и технология материалов: Учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 397 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-006899-2, <http://znanium.com/bookread2.php?book=413166>

*Дополнительная литература:*

1. Металлография металлов, порошковых материалов и покрытий, полученных электроискровыми способами: Монография / В.Н. Гадалов, В.Г. Сальников, Е.В. Агеев, Д.Н. Романенко. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 468 с. - ISBN 978-5-16-009752-7. <http://znanium.com/bookread2.php?book=456122>

2. Материаловедение [Электронный ресурс]: учебное иллюстрированное пособие / Е.Г. Зарембо. - М.: УМЦ ЖДТ, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9755999400475.html>

3. Материаловедение. Применение и выбор материалов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Солнцев Ю.П., Борзенко Е.И., Вологжанина С.А. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2007. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081406.html>

4. Покрытия различного назначения для металлических материалов: Учебное пособие/ А.А.Ильин, Г.Б.Строганов, С.В.Скворцова - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 144 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Совр. технол.: Магистратура). ISBN 978-5-98281-355-8, <http://znanium.com/bookread2.php?book=415572>

*Периодические издания:*

Журналы «Вопросы материаловедения», «Материаловедение», «Маталловедение и термическая обработка металлов», «Вестник машиностроения».

*Программное и коммуникационное обеспечение*

Операционная система Windows, стандартные офисные программы.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**


1. Специализированная аудитория, оборудованная металлографическими микроскопами. Наборы микрошлифов, альбомы микро- и макроструктур.

2. Специализированная аудитория, оборудованная твердомерами, печами для термообработки.

3. Лекционные аудитории, оборудованные проекторами. Ноутбук.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Рабочую программу составила  
доцент кафедры ТФ и КМ, к.т.н. Л.В. Картонова

Рецензент главный технолог ООО «Казанское  
литейно-инновационное объединение»  Е.В.Середа

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТФ и КМ  
протокол № 1 от 31.08 2018 года

Заведующий кафедрой ТФ и КМ  В.А. Кечин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

протокол № 1 от 30.9 2018 года

Председатель комиссии  В.А. Кечин

Программа переутверждена:

на 2019-2020 учебный год, протокол № 9 от 7.06.2019г

Зав. кафедрой ТФ и КМ  В.А. Кечин

на \_\_\_\_\_ учебный год, протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой ТФ и КМ \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год, протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой ТФ и КМ \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год, протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой ТФ и КМ \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год, протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой ТФ и КМ \_\_\_\_\_