



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**  
**(БГТУ)**

Политехнический колледж (ПК БГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ПК БГТУ



В.М. Малащенко

« 30 » 08 2019 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

по изучению учебной дисциплины

**ОП.05 Материаловедение**

Специальность:	<b>15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)</b>
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Присваиваемая квалификация:	Техник
Форма обучения:	очная
Срок получения СПО по ППССЗ:	2 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	среднее общее образование

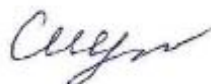
Брянск 2019

### Методические рекомендации

по изучению учебной дисциплины ОП.05 Материаловедение для специальности 15.02.14  
Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и  
производств (по отраслям) (далее — РП)

Разработал(и):

– преподаватель ПК БГТУ



В. А. Сиротина

Рассмотрены и одобрены на заседании предметно-  
цикловой комиссии «Автоматизация  
технологических процессов и производств» (далее  
— «АТПП») ПК БГТУ (далее — ПЦК)

от « 29 » 08 2019 г., протокол № 1

Председатель ПЦК



В. Н. Копелиович

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ  
по учебно-методической работе



Т. Е. Балашова

© В. А. Сиротина

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет»

## **Содержание**

1. Охрана труда и техника безопасности
2. Введение
3. Оформление отчетов и требования к ним
4. Схема отчета
5. Лабораторная работа № 1 «Микроскопический анализ»
6. Лабораторная работа №2 «Испытание на твердость по Бринеллю»
7. Лабораторная работа №3 «Испытание на твердость по Роквеллу»
8. Практическое занятие №1 «Диаграмма состояний сплавов Fe-Fe<sub>3</sub>C»
9. Лабораторная работа №4 «Закалка и отпуск углеродистой стали»
10. Лабораторная работа №5 «Определение температурного коэффициента электрического сопротивления проводниковых материалов»

## 1. Охрана труда и техника безопасности

### **1. Охрана труда и техника безопасности**

Для обеспечения безопасных условий проведения лабораторной работы необходима четкая организация и поддержание дисциплины в процессе проведения учебных занятий, а так же значение и строгое соблюдение правил техники безопасности:

#### *1.1 Перед началом работы студент должен:*

1.1.1 Изучить теоретический материал по теме работы, устройство и принцип работы приборов и оборудования;

1.1.2 Производить подготовку приборов и оборудования только при выключенном рубильнике;

1.1.3 Доложить преподавателю об окончании подготовки к выполнению работы и присоединить к ней только с разрешения преподавателя или зав. лабораторией.

#### *1.2 Во время работы студент должен:*

1.2.1 Соблюдать правила пользования средствами индивидуальной защиты, правила личной гигиены и содержать в чистоте рабочее место;

1.2.2 Выполнять только ту работу, которая поручена преподавателем (зав. лабораторией);

1.2.3 При нарушении и неполадках в работе приборов, аппаратуры и оборудования немедленно доложить преподавателю (зав. лабораторией);

1.2.4 При выполнении лабораторной работы используются приборы и оборудование, работающие под напряжением 220 и 380В. Электрический ток представляет смертельную опасность для человека, поэтому запрещается прикасаться к токоведущим частям, так как нарушение их изоляции может привести к несчастному случаю;

1.2.5 При работе на приборах и оборудовании, имеющих вращательное или ударное действие, необходимо обеспечить надежное закрепление образцов;

1.2.6 Не производить остановку движущихся частей приборов вручную;

1.2.7 Съем образцов производить только после отключения приборов от сети до полной их остановки;

**1.3 Запрещается** самовольно, бесцельно вскрывать аппаратуру, нажимать кнопки, включать тумблера, производить пуск приборов, на которых не работаешь. Это может привести к травме или поломке оборудования;

1.4 В случае поражения электрическим током или получения травмы необходимо оказать первую помощь пострадавшему, сообщить об этом преподавателю и при необходимости отправить его в ближайшее лечебное учреждение;

1.5 При возникновении очага загорания необходимо поставить в известность преподавателя (зав. лабораторией), отключать все электроприборы, выключить рубильник и принять меры к его локализации, при необходимости вызвать пожарную охрану и произвести эвакуацию людей.

1.6 По окончании работы студент должен:

1.6.1 Доложить преподавателю о завершении работы и выключить аппаратуру;

1.6.2 Навести порядок на рабочем месте и покинуть его с разрешения преподавателя (зав. лабораторией).

## Введение

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и практических занятий составлены в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, рабочим учебным планом, рабочей программой учебной дисциплины ОП.05 «Материаловедение» по специальности 15.02.14 «Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)», (базовая подготовка).

Лабораторные работы относятся к основным видам учебных занятий и составляют важную часть практической подготовки будущих специалистов.

Основные дидактические цели лабораторных работ – экспериментальное подтверждение изученных теоретических положений, которые позволяют закрепить теоретические знания студентов; ознакомление с методикой проведения экспериментов, исследований. В ходе работы у студентов формируются умения наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, оформлять результаты в виде таблиц, схем. Одновременно у студентов формируются профессиональные умения и навыки самостоятельной работы по исследованию структур и свойств металлов и сплавов, неразрушающих методов контроля и использованию данных микроанализа, обращаться с необходимой для этого аппаратурой, приборами.

Перед началом выполнения лабораторных работ студент должен изучить настоящие методические указания и выполнить предложенные рекомендации.

Ведущей дидактической целью предлагаемого практического занятия является закрепление теоретических знаний по дисциплине и привитие практических умений, способствующих формированию общих и профессиональных компетенций, необходимых в последующей профессиональной деятельности выпускника.

Задачи выполнения лабораторных работ и практических занятий:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний и экспериментальное подтверждение изученных теоретических положений по конкретным темам дисциплины;
- ознакомление с методикой проведения экспериментов, исследований;
- формирование умений применять полученные знания на практике, наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и

обобщения, оформлять результаты в виде таблиц, схем, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- совершенствование умений и навыков самостоятельной работы с научной, справочной, методической литературой, Интернет-ресурсами и другой информацией, необходимой для повышения эффективности профессиональной деятельности, профессионального самообразования и саморазвития;
- формирование у студентов навыков исследовательской деятельности;
- формирование профессиональных умений и навыков самостоятельной работы по исследованию структур и свойств металлов и сплавов, неразрушающих методов контроля и использованию данных микроанализа, обращаться с необходимой для этого аппаратурой, приборами;
- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, коммуникабельность, мобильность, конкурентоспособность, ответственность, точность, творческая инициатива.

В методических рекомендациях представлены 5 тем лабораторных работ и одна - практического занятия. Они включают цели, средства обучения, содержание, алгоритм выполнения, методические указания к их выполнению, контрольные вопросы, список рекомендуемой литературы, критерии оценивания работы студентов на лабораторных и практических занятиях, контроль и оценка результатов выполнения лабораторных и практических занятий по дисциплине.

Предлагаемые занятия носят репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер. Формами организации студентов на лабораторных и практических занятиях являются: фронтальная, групповая и индивидуальная. При самостоятельной подготовке студентов к лабораторным практическим занятиям предусматривается изучение рекомендуемой литературы.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен *знать*:

- область применения, методы измерения параметров и свойств материалов;
  - способы получения материалов с заданным комплексом свойств;
  - правила улучшения свойств материалов
- ; строение и свойства полупроводниковых и проводниковых материалов, методы их исследования;
- классификацию материалов по степени проводимости;

- - методы воздействия на структуру и свойства электротехнических материалов.

*уметь:*

- выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения в производстве;
- определять свойства конструкционных и сырьевых материалов, применяемых в производстве, по маркировке, внешнему виду, происхождению, свойствам, составу, назначению и способу приготовления и классифицировать их;
- - определять твердость материалов;
- - определять режимы отжига, закалки и отпуска стали;
- - подбирать конструкционные материалы по их назначению и условиям эксплуатации;
- выбирать электротехнические материалы: проводники и диэлектрики по назначению и условиям эксплуатации;
- проводить исследования и испытания электротехнических материалов;
- - использовать нормативные документы для выбора проводниковых материалов.

С целью обеспечения требуемых характеристик изделий

*выпускник должен обладать общими и профессиональными компетенциями:*

Общие компетенции:

Шифр	Содержание
ОК. 1	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК. 2	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК. 3	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
ОК. 4	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК. 5	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК. 9	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК. 10	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.



## Профессиональные компетенции

Шифр	Содержание
ПК. 3.5	Контролировать качество работ по монтажу, наладке и техническому обслуживанию систем и средств автоматизации, выполняемых подчиненным персоналом и соблюдение норм охраны труда и бережливого производства

### Оформление отчетов и требования к ним

2.1. После выполнения практической и лабораторных работы студент составляется отчет, который оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам», то есть на листах стандартного размера (210x297) с соблюдением правил орфографии. Первый и последующий листы имеют рамку и основную подпись согласно ГОСТ 2.104-68 рис.1, 2.

#### Форма 2.

Основная подпись для текстовых документов (первый и заглавный)

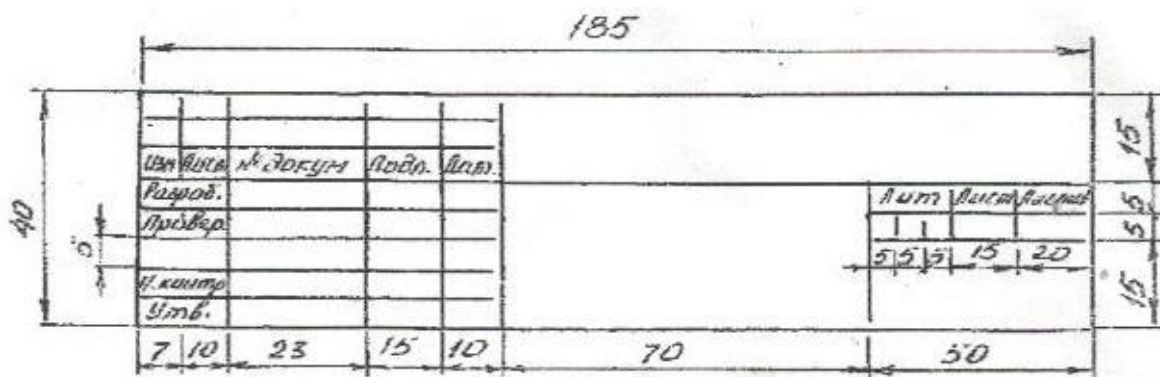
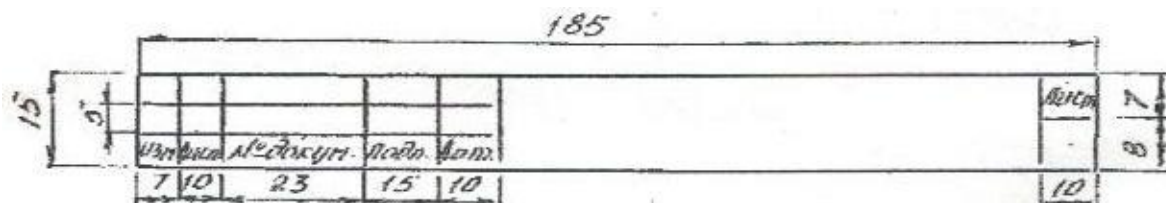


Рис. 1.

#### Форма 2а

Основная подпись для текстовых документов (последующие листы)



2.2. Отчет пишется пастой или чернилами черного или синего цвета.

Текст должен быть написан четким, понятным почерком. Схемы, эскиз, таблицы выполняются карандашом с помощью чертежных инструментов.

2.3. В тексте не должно быть сокращений за исключением сокращений, установленных ГОСТ 2.316-68.

2.4. Значение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должно быть пояснено непосредственно под формулой. Пояснение каждого символа дается в той последовательности, в какой производится в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слов «где» без двоеточия после него.

2.5. При использовании литературных, справочных материалов необходимо делать ссылку с указанием страниц, номеров, таблиц. Например: [2, с.13] или [2, табл. 15], где цифра 2- номер литературы в перечне использованной литературы, приводимой в конце отчёта.

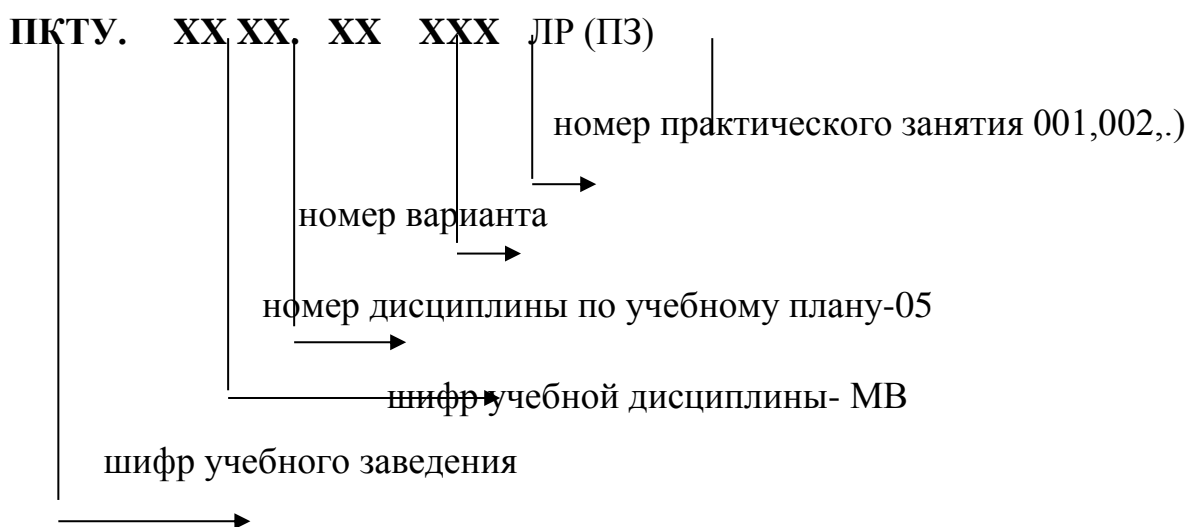
2.6. Каждый отчёт обозначается следующим образом (см. схему ниже);

2.7. Отчеты по лабораторным работам и практическим занятиям складывают по порядку и брошюруют.

2.8. Журнал обозначается так же, как и отчёт, только в последней группе шифр записывается «000»;

2.9. Невыполнение какого-либо из приведенных выше требований является основанием для того, чтобы работа не была зачтена;

2.10. При небрежном выполнении рисунков (например, чернилами отруки) или отсутствии необходимых пояснений к решению задач работа будет возвращена без рассмотрения;



2.11. По результатам каждой лабораторной работы проводится зачёт.

Оценки за выполнение практического занятия выставляются по пятибалльной системе и учитываются как показатели текущей успеваемости студентов.

## Критерии оценивания работы обучающихся на практическом занятии:

- Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:
  - самостоятельно и правильно выполнил все задания;
  - правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе;
  - правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы.
- Оценка «хорошо» ставится в том случае, если:
  - правильно выполнил все задания;
  - сделал выводы по выполненной работе;
  - правильно ответил на все контрольные вопросы.
- Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся:
  - правильно выполнил задание, возможно кроме одного;
  - сделал поверхностные выводы по выполненной работе;
  - ответил не на все контрольные вопросы.
- Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:
  - неправильно выполнил задания;
  - не сделал или сделал неправильные выводы по работе;
  - не ответил на контрольные вопросы

## Перечень лабораторных работ и практических занятий

Таблица 1

№ занятия	Тема	Количество часов
• Лабораторные работы		
1	Микроскопический анализ	2
2	Испытание на твердость по Бринеллю	4
3	Испытание на твердость по Роквеллу	2
4	Закалка и отпуск углеродистой стали	4
5	Определение температурного коэффициента электрического сопротивления проводниковых материалов	4
• Практическое занятие		
6	Диаграмма состояния сплавов Fe – Fe <sub>3</sub> C	4
	<b>Всего</b>	<b>20</b>

### Схема отчета

- a) Номер лабораторной и практического занятия (указывается в штампе, см. форму 2);
- b) Тема лабораторной ,или практического занятия;
- c) Цель работы (занятия);
- d) Материальное и документальное обеспечение;
- e) Задания
- f) В каждой работе даны методические рекомендации по содержанию отчета
- g) Выводы и заключения

### Список рекомендуемой литературы

1. Основная литература	
1	Адашкин А. М. Материаловедение , - М.: Академия, 2008, 2015, 2016, -239 с. – 18 экз.
2	Лахтин Ю.М. Основы металловедения: учеб. для сред. проф. образован., - М.: ИНФРА-М, 2015. – 271 с. – 3 экз.
3	Журавлева Л.В. Основы электроматериаловедения; учеб. для сред. проф. образован., - М.: Академия, 2017. – 288 с. – 3 экз.
2. Дополнительная	
Д 1	Овчинников В.В. Металловедение: учеб. для сред. проф. образован. – М.: Форум : ИНФРА-М, 2015. – 320 с. – 2 экз.
Д 2	Сапунов С.В. Материаловедение: учеб. пособие, - СПб: Лань, 2015. – 201 с. – 1 экз. (фонд БГТУ)

### Электронные издания (электронные ресурсы)

- 1.Пасютина, О. В. Материаловедение : учебное пособие / О. В. Пасютина. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2018. — 140 с. — ISBN 978-985-503-790-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84885.html>
- 2.Материаловедение : энциклопедический словарь / Е. Г. Бердичевский, Л. Т. Жукова, А. И. Захаров [и др.] ; под редакцией В. И. Куманин, М. С. Кухта. — Саратов : Профобразование, 2017. — 319 с. — ISBN 978-5-4488-0019-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66390.html>

## Лабораторная работа № 1

Тема: Микроскопический анализ

Цель работы:

- ознакомление с методикой приготовления шлифов;
- изучение устройства микроскопа;
- ознакомление с основными правилами пользования микроскопом и обращение с ним.

Продолжительность – 2 часа

### Материальное и документальное обеспечение

1. Микроскоп МИМ -6(МИМ-7).
2. Шлифовальный станок.
3. Полированный станок.
- 4.Набор образцов металла для приготовления микрошлифов.
- 5.Реактивы для приготовления микрошлифов.
- 6.Жидкости для промывки микрошлифов.
- 7.Стеклянные или фарфоровые емкости для жидкостей.
- 8.Фильтровальная бумага.
- 9.Листы стандартного формата А4 (297\*210) для текстового документа по ГОСТ 2.195-95

### Краткие теоретические сведения

Микроскопическое исследование структуры сплавов позволяет получить представление о форме и характере распределения различных фаз и структурных составляющих, величине зерна, количестве, форме и расположении неметаллических включений.

Для изучения микроструктуры сплава готовят микрошлиф, который затем изучают при больших увеличениях с помощью металлоисследовательского микроскопа.

Процесс изготовления микрошлифа включает следующие этапы:

1. Вырезка образца из исследуемого металла. Обычно вырезается кубик размером по ребру 10...15 мм. В случае тонколистового металла используют заливку в обойме или закрепление в струбине. Заливка осуществляется легкоплавким металлом типа сплава Вуда (50% висмута, 25% свинца, 12,5 % кадмия, 12,5% олова), пластмассой (стиракрил) или эпоксидной смолой.
2. Предварительная обработка образца (опиловка напильником, строгание, фрезерование, грубое шлифование). Основное требование к этому этапу – применение режимов обработки, не вызывающих сильного нагрева, могущих привести к изменению структуры.

3. Шлифование поверхности будущего микрошлифа на наждачной бумаге с разной, убывающей зернистостью абразива (6...7 видов бумаги). Переход на следующую бумагу производится после того, как будут устранены риски от предыдущей обработки. При этом шлифование производится в направлении, перпендикулярном предыдущим рискам (рис. 1).

4. Полирование производится с целью полного удаления рисок (следов шлифования) и получения U - зеркальной поверхности. Качество полирования (отсутствия рисок) проверяется с помощью микроскопа. Полирование производится на быстровращающихся дисках, обтянутых сукном или фетром с помощью тонко размолотого порошка оксида хрома или оксида алюминия в качестве абразива. Абразив взвешивается (взмучивается) в воде и в виде капель подается на вращающийся круг.

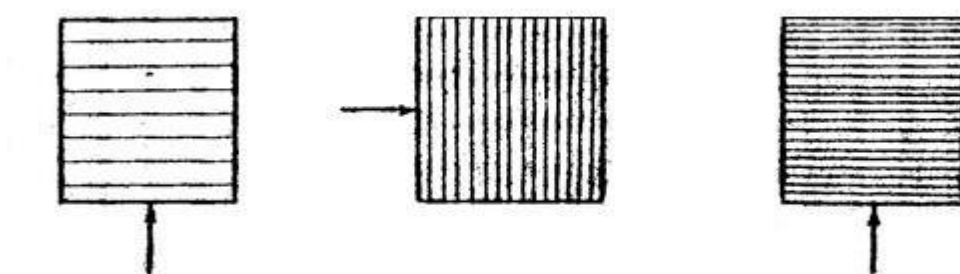


Рис. 1. Вид поверхности шлифа после различных этапов шлифования

5. Травление химическими реактивами с целью выявления структуры.

Травление осуществляется спиртовым или водным растворами некоторых кислот, солей и щелочей. Одним из наиболее распространенных реактивов для травления микрошлифов углеродистой или низколегированной стали является спиртовой раствор азотной кислоты (2...4%). Вследствие неоднородной протравливаемости различных структурных составляющих световой поток, направленный на поверхность шлифа через объектив микроскопа, по-разному отражается от различных участков поверхности, что и создает изображение микроструктуры металла. Схема, поясняющая видимость границ зерен под микроскопом, представлена на рис. 2.

#### Работа с микроскопом.

Микроскоп позволяет рассматривать непрозрачные предметы, используя отраженный свет. Увеличение достигается двумя наборами линз. Общее увеличение равно произведению увеличений даваемых объективом (не более 100...120) и окуляром (не более 20...25). Таким образом, максимальное увеличение, достигаемое с помощью металломикроскопа, находится в пределах 2000...3000. Большого увеличения (до 40 000 и более крат) достигают на электронных микроскопах

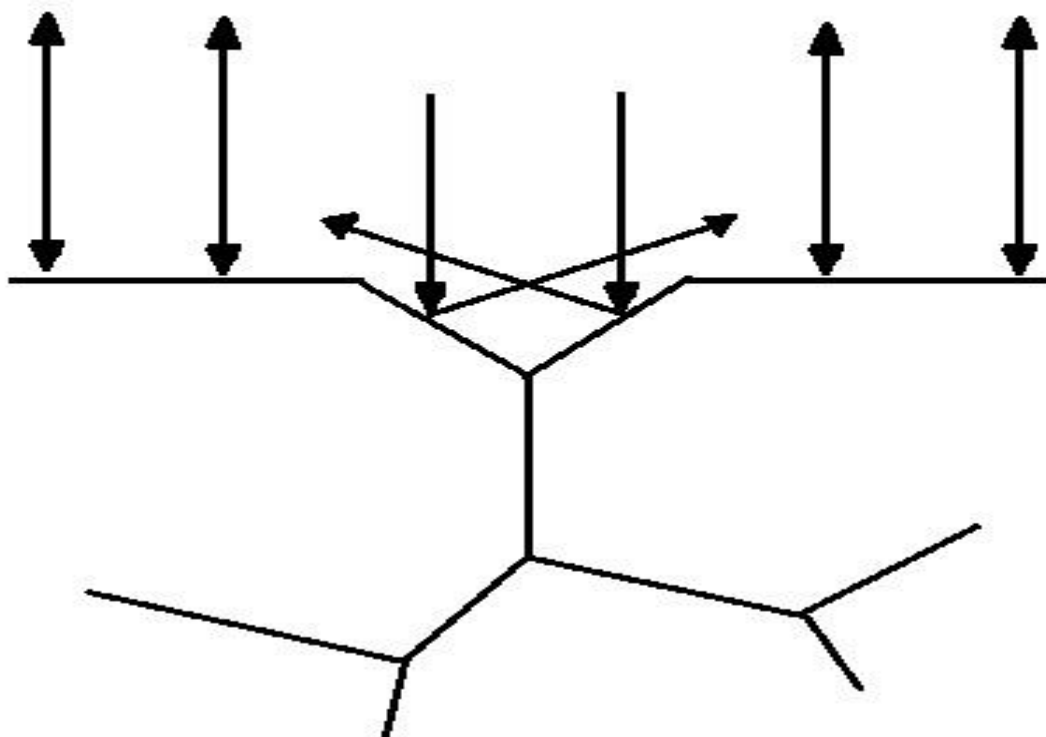


Рис. 2. Схема отражения лучей от плоскости зерна и от его границ

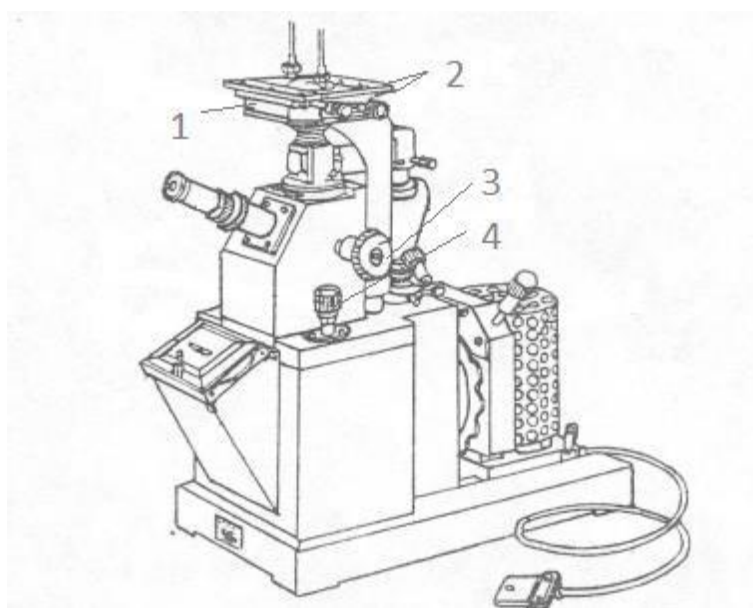


Рис. 3. Общий вид микроскопа МИМ-7:

1 – предметный столик; 2 – микрометрические винты;  
3 – винт грубой наводки; 4 – винт точной наводки.

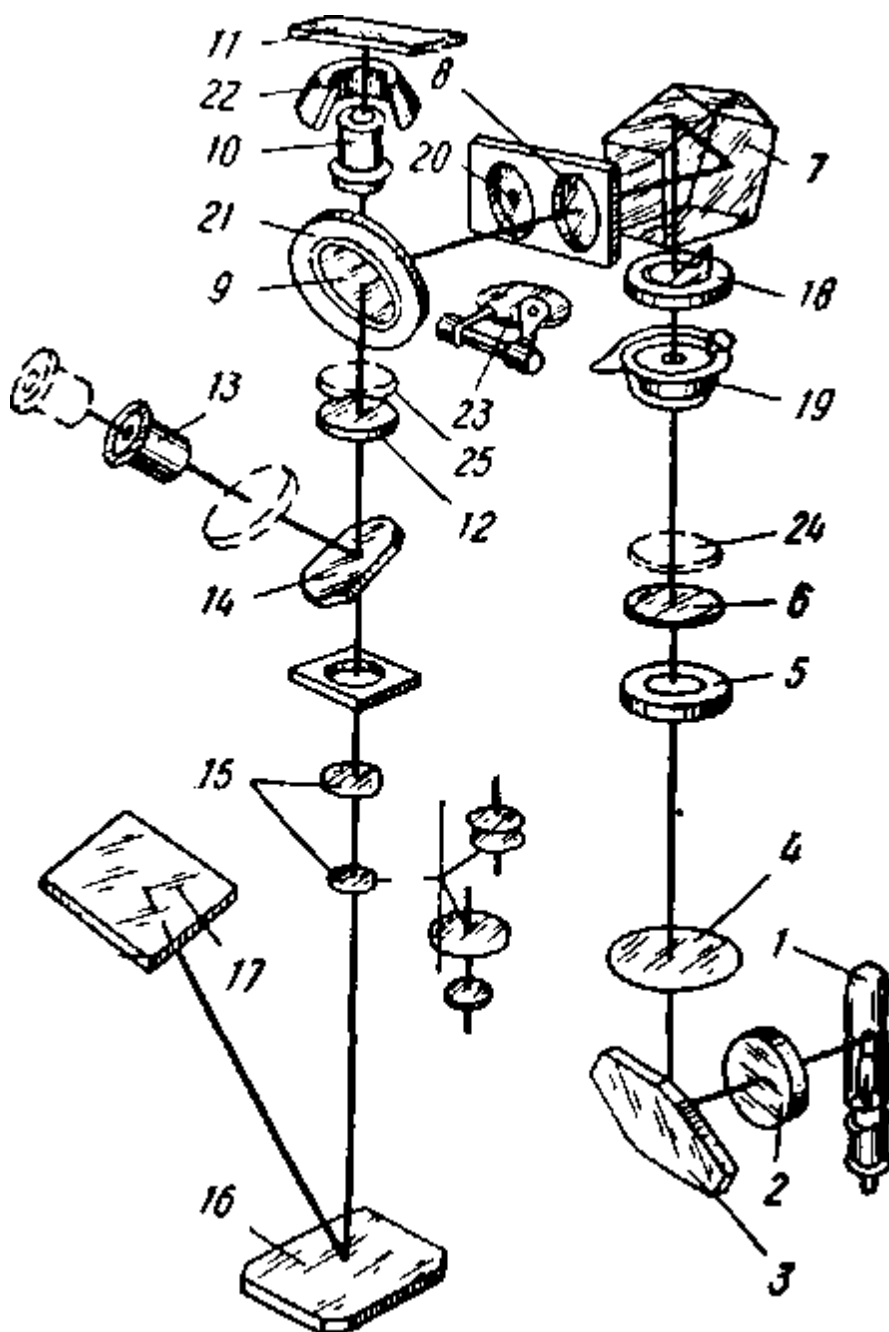


Рис. 4. Оптическая схема микроскопа МИМ-7:

- 1 - осветитель (лампа); 2 - коллектор; 3 - зеркало; 4 - линза;  
 5 - апертурная диафрагма; 6 - линза; 7 - призма; 8 — линза;  
 9 - отражательная пластинка; 10 — объектив; 11 — объект;  
 12 — ахроматическая линза; 13 — окуляр; 14 — зеркало;  
 15 — фотоокуляр; 16 — зеркало; 17 — фотопластинка;  
 18 — полевая диафрагма; 19 — затвор; 20 — линза для работы в темном поле;  
 21 — кольцевое зеркало; 22 — параболическое зеркало;  
 23 — заслонка (включается при работе в темном поле);  
 24 — поляризатор; 25 — анализатор.

На рис. 3 и 4 приведены общий вид и оптическая схема микроскопа МИМ-7.

Работа с ним осуществляется следующим образом.



По табл. 1 выбирают комбинацию увеличений объектива и окуляра, обеспечивающую требуемое увеличение объекта, и устанавливают их в микроскоп

Таблица 1 - Выбор увеличения микроскопа

Объектив	Окуляр			
	7	10	15	20
F=23,2	60	90	130	170
F=13,89	100	140	200	300
F=8,16	170	240	360	500

Исследуемый шлиф устанавливают обработанной поверхностью на предметный столик микроскопа 1. Микроскоп через трансформатор включают в осветительную сеть и поворотом регулировочной рукоятки трансформатора получают приемлемую для глаза (желательно небольшую) яркость источника освещения. Затем поворотом винта грубой наводки 3 поднимают или опускают предметный столик, наблюдая в окуляре изображения и добиваясь максимальной резкости. После этого, зафиксировав стопорной рукояткой положение винта грубой наводки, производят точную наводку на резкость поворотом микрометрического винта 4. Выбор участка наблюдается осуществлением перемещения предметного столика в горизонтальной плоскости винтами 2. Для повышения контрастности изображения на пути светового луча устанавливают один из цветных светофильтров.

#### Порядок выполнения работы

1. Получить образцы металлов с изломами различного вида: волокнистым, кристаллическим, усталостным. Обратить внимание как на вид самого излома, так и на наличие или отсутствие местной пластической деформации в зоне излома.
2. Получить изломы образцов, прошедших предварительную поверхностную закалку или цементацию. Сопоставить внешний вид закаленной (либо цементованной) и незакаленной (либо низкоуглеродистой) частей излома. С помощью масштабной линейки оценить глубину закаленного или цементованного слоя.
3. Получить макрошлифы различных деталей. Внимательно рассмотреть их невооруженным глазом или при помощи лупы. Определить наличие трещин и пор. Определить направление волокон. Зарисовать каждую макроструктуру.

4. Изучить темплеты слитков спокойной и кипящей стали. Обратить внимание на наличие усадочной раковины и рыхлости. Рассмотреть дендритное строение зерен. Сравнить строение слитков.
5. Получить шлиф технического железа. Настроить микроскоп МИМ-7. Рассмотреть под микроскопом при увеличении 100...500 крат. Зарисовать структуру. Оценить величину зерна путем сравнения со стандартной шкалой.

#### Требования к отчету

Отчет должен содержать:

- краткие сведения о микроскопическом анализе;
- эскиз микрошлифа и краткое описание его изготовления
- оптическую схему микроскопа МИМ-7
- последовательность проведения исследования микроструктуры;
- микроструктуру технического железа;
- краткие пояснения к рисункам и схемам;
- результаты определения номера зерна технического железа
- выводы.

#### Рекомендуемая литература

1. Адашкин А. М. Материаловедение, - М.: Академия, 2016, -239 с;
2. Лахтин Ю.М. Основы металловедения: учеб. для сред. проф. образован., - М.: ИНФРА-М, 2015. – 271 с.

#### Вопросы для самопроверки

1. Для чего нужно проводить микроскопическое исследование структуры сплавов?
2. Перечислите этапы изготовления микрошлифа
3. Почему микроскоп позволяет рассматривать непрозрачные предметы,?
4. Дайте краткое описание устройства микроскопа МИМ-7
5. Оптическая схема хода лучей в микроскопе МИМ-7.

#### Домашнее задание:

1. Оформить отчет
2. Показать преподавателю
3. Подготовиться к защите