

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**БРАТСКИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Специальность 15.02.12

Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования  
(по отраслям)

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

***ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ  
по дисциплине  
«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»***

Братск 2022

Составила (разработала) Лобанова С.В., преподаватель кафедры  
Химико-механических дисциплин

Методические указания предназначены для организации  
самостоятельных работ по дисциплине «Материаловедение» для очной и  
заочной формы обучения, по специальности 15.02.12 Монтаж, техническое  
обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям).

Рассмотрено на заседании кафедры Химико-механических дисциплин

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
(Подпись зав. кафедрой)

Одобрено и утверждено редакционным советом

\_\_\_\_\_  
(Подпись председателя РС)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

№ \_\_\_\_\_

## Содержание

Введение .....	4
1 Задания для внеаудиторной самостоятельной работы .....	5
2 Самостоятельная работа №1. Методы определения твёрдости .....	7
3 Самостоятельная работа №2. Диаграмма железо-углерод.....	9
4 Самостоятельная работа №3. Железо-углеродистые сплавы.....	11
5 Самостоятельная работа №4. Основы термической обработки.....	17
6 Самостоятельная работа №5. Химико-термическая обработка .....	21
7 Самостоятельная работа №6. Цветные металлы и сплавы .....	22
8 Самостоятельная работа №7. Алюминий и алюминиевые сплавы ....	25
9 Самостоятельная работа №8. Медь и медные сплавы .....	26
11 Самостоятельная работа №19. Общие сведения о пластических массах.....	30
Заключение .....	33
Список использованных источников .....	34

## Введение

Самостоятельные работы по материаловедению предназначены для студентов специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям).

Самостоятельная работа студентов под непосредственным руководством преподавателя занимает большое место в различных формах организации учебного процесса на уроках, лабораторных и практических занятиях. Своеобразной формой организации обучения являются внеаудиторные самостоятельные занятия студентов по выполнению домашних заданий. Они представляют собой логическое продолжение аудиторных занятий, проводятся по заданию преподавателя, который инструктирует студента и устанавливает сроки выполнения задания.

Предлагаемая система методических указаний направлена на формирование у студентов умений и навыков самостоятельной работы с учебной литературой, отвечать на поставленные вопросы, умение структурировать изученное, решать качественные и количественные задачи.

Цель методических указаний состоит в обеспечении эффективности самостоятельной работы, определения ее содержания, установления требований к оформлению и результатам самостоятельной работы.

Целями внеаудиторной самостоятельной работы студентов по дисциплине «Электротехника и основы электроники» являются:

- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование общепрофессиональных компетенций;
- развитие самостоятельности и ответственности студентов;
- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических навыков.

## 1 Задания для внеаудиторной самостоятельной работы

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Задания для внеаудиторной самостоятельной работы

Тема	Вид самостоятельной работы	Форма контроля
1. Методы определения твёрдости.	Подготовка и выполнение письменных сообщений по темам: «Метод Бринелля», «Метод Роквелла», «Метод Виккерса».	Письменное сообщение, выступление
2. Диаграмма железо - углерод	Анализ превращений, происходящих в железоуглеродистых сплавах при охлаждении и нагревании	Решенная задача
3. Железоуглеродистые сплавы	Выполнение тестового задания	Выполненное тестовое задание
4. Основы термической обработки	Выбор вида и режима термической и химико-термической обработки	Решенная задача
5. Химико-термическая обработка	Ответы на контрольные вопросы	Ответы на контрольные вопросы
6. Цветные металлы и сплавы	Подготовка и выполнение рефератов.	Реферат
7. Алюминий и алюминиевые сплавы	Заполнение таблицы «Алюминий и алюминиевые сплавы»	Заполненная таблица
8. Медь и медные сплавы	Заполнение таблицы «Марки цветных металлов и сплавов»	Заполненная таблица
9. Общие сведения о пластических массах	Подготовка и выполнение презентаций	Презентация

Методика выполнения внеаудиторной самостоятельной работы:

- перед выполнением самостоятельной работы следует найти предложенную преподавателем литературу на Образовательном портале или в библиотеке;
- изучить имеющуюся литературу в электронном или печатном виде, прочитать материалы лекций, практических и семинарских занятий по теме;
- изучить данные методические рекомендации;
- оформить работу в рабочей тетради или на компьютере в соответствии с требованиями преподавателя;
- сдать самостоятельную работу преподавателю.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы проводится преподавателем одновременно с текущим и промежуточным контролем знаний обучающихся по дисциплине. Результаты контроля

внеаудиторной самостоятельной работы учитываются при осуществлении итогового контроля по дисциплине.

Для контроля внеаудиторной самостоятельной работы обучающегося используются разнообразные формы и методы контроля: фронтальный, индивидуальный, выборочный, самоконтроль, защита презентации, ответы на контрольные вопросы и т.д. Может быть использована пяти-бальная или рейтинговая система оценки на основе следующих критериев оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы:

- уровня освоения обучающегося учебного материала;
- умения обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий;
- обоснованности и четкости изложения ответа;
- оформления материала в соответствии с требованиями.

## 2 Самостоятельная работа №1. Методы определения твёрдости

Цель задания: углубить, систематизировать и закрепить теоретические знания по теме «Методы определения твёрдости», получить навыки самостоятельной обработки, обобщения и краткого, систематизированного изложения материала, развить исследовательские умения.

Содержание задания: подготовка и выполнение письменных сообщений.

Темы для письменных сообщений:

1. Метод Бринелля.
2. Метод Роквелла.
3. Метод Виккерса.

Форма отчета: текст сообщения, объём 1-3 листа (формат А4).

### Методические указания

Правила подготовки сообщения:

- творчески и обдуманно подойти к выбору темы сообщения;
- осуществить поиск информации;
- составить план изложения материала;
- оформить работу;
- подготовиться к публичному выступлению (время выступления 4-5 минут).

Сообщение рекомендуется начать с методики проведения испытаний, затем указать принцип действия применяемой аппаратуры, преимущества и недостатки выбранного метода определения твёрдости.

Правила при работе с книгой:

- старайтесь читать бегло, но внимательно;
- прочитав книгу, подумайте над её основными идеями, над описанной информацией, фактами;
- сделайте записи о том, что показалось особенно важным в прочитанной книге по выбранной теме.

Правила при работе с журналом:

- знакомство с номером журнала начинайте с просмотра содержания, это поможет выбрать самую интересную информацию;
- если встретится непонятное слово или выражение, обратитесь к словарям, справочникам, энциклопедиям;
- читайте журнал внимательно, не торопясь;
- обменивайтесь мнениями о прочитанном материале с товарищами, родителями, преподавателями;
- подумайте, как можно использовать в своем сообщении сведения, полученные из журнала.

Критерии оценки сообщения указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Критерии оценки сообщения

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
<p>- умеет работать с дополнительной литературой;                      умеет выделять главное, второстепенное;                      грамотно и логично излагает материал (как в письменной, так и в устной форме);                      - умеет обосновывать свои суждения;                      -качественно выполняет внешнее оформление.</p>	<p>-умеет работать с дополнительной литературой;                      -умеет видеть главное, второстепенное;                      - грамотно излагает материала, но содержание и форма изложения имеют отдельные неточности.</p>	<p>- умеет работать с дополнительной литературой, но изложение материала не полное, не последовательное,                      - допускает неточности;                      - не умеет доказательно обосновать свои суждения.</p>	<p>- не умеет выделять главное и второстепенное в ходе работы с дополнительной литературой;                      - присутствуют разрозненные, бессистемные знания;                      - полностью не знает учебный материал;                      - не выполняет задание.</p>



### 3 Самостоятельная работа №2. Диаграмма железо-углерод

Цель задания: углубление знаний по теме «Диаграмма состояния сплавов железо-углерод».

Содержание задания: анализ превращений, происходящих в железоуглеродистых сплавах при охлаждении и нагревании.

Форма отчета: решенные задачи.

#### Методические указания

#### *Решение задач*

Прежде всего, приступая к решению задач по материаловедению, необходимо внимательно и несколько раз прочитать условие и попытаться выявить явление, установить основные законы, которые используются в задаче, а после приступить к непосредственно поиску правильного ответа.

Разберите все превращения, протекающие в железоуглеродистых сплавах при медленном охлаждении, и получающиеся при этом структуры, особенно превращения в твёрдом состоянии. В конспекте, прежде всего, вычертите диаграмму состояния железо – углерод. Диаграмма состояния железо - углерод представлена на рисунке 1. Укажите структуры во всех областях, разберите и запишите, чем характерны критические точки и линии диаграммы, их температуры и содержание углерода.

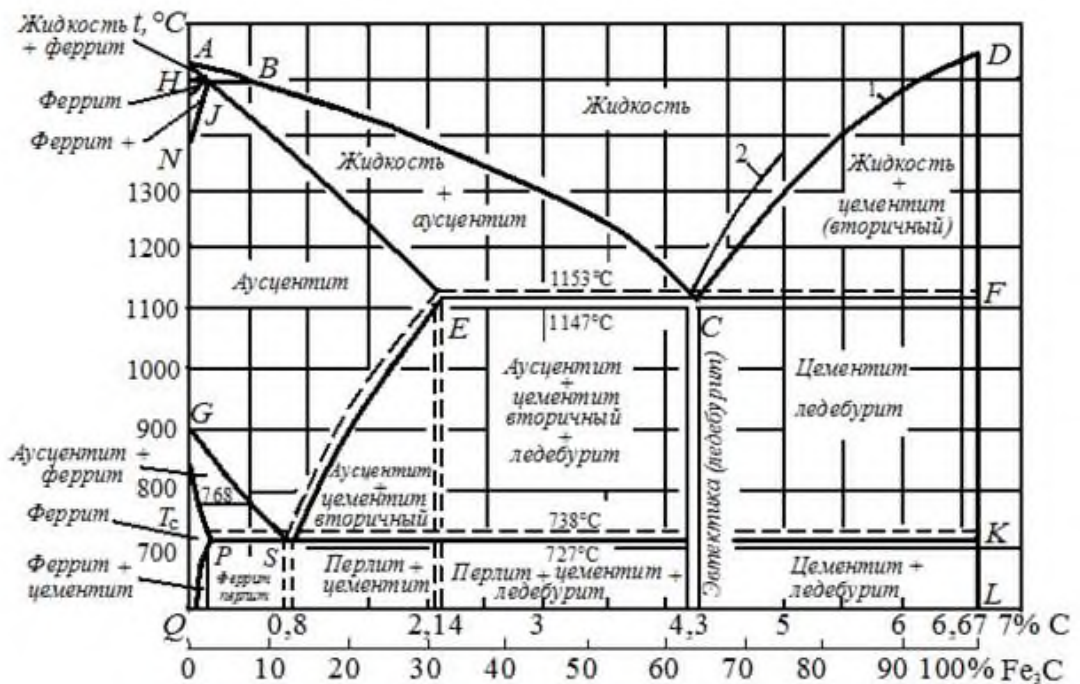


Рисунок 1 – Диаграмма состояния железо – углерод

Каждая точка GS показывает содержание углерода в аустените при данной температуре. Критические точки, образующие линию GS, принято обозначать при нагреве  $A_{c3}$ , а при охлаждении –  $A_{r3}$ .

Критические точки, образующие линию ES, принято обозначать  $A_{cm}$ .

Критические точки, образующие линию PSK, при нагреве обозначают  $A_{c1}$ , а при охлаждении  $A_{r1}$ .

При решении задачи необходимо полностью начертить диаграмму состояния железо-углерод и указать структуры во всех областях. Проведите вертикаль, отвечающую заданному сплаву. Рядом с диаграммой вычертите кривую охлаждения данного сплава, укажите на ней температуры, соответствующие каждой критической точке. Опишите структурные превращения в каждой критической точке. Описывать нужно только те превращения, которые происходят в заданном сплаве.

### *Задачи для самостоятельного решения*

#### Задача №1

Начертите диаграмму состояния железо-углерод. Пользуясь диаграммой состояния, объясните структурные превращения, которые происходят в стали, содержащей 0,5 % углерода, при медленном охлаждении ее до комнатной температуры.

#### Задача №2

Начертите диаграмму состояния железо-углерод. Пользуясь диаграммой состояния, объясните структурные превращения, которые происходят в стали, содержащей 1 % углерода, при медленном нагреве ее до расплавленного состояния.

#### Задача №3

Начертите диаграмму состояния железо-углерод. Пользуясь диаграммой состояния, объясните структурные превращения, которые происходят в доэвтектическом чугуна, содержащем 3% углерода, при медленном охлаждении его до 20 °С.

### Критерии оценки

Отлично «5» - работа выполнена полностью без ошибок и недочетов.

Хорошо «4» - работа выполнена полностью, но при наличии в ней не более одной не грубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

Удовлетворительно «3» - правильно выполнено не менее 2/3 всей работы или допущено не более одной грубой ошибки.

Неудовлетворительно «2» - правильно выполнено менее 2/3 всей работы

#### 4 Самостоятельная работа №3. Железо - углеродистые сплавы

Цель задания: углубление знаний по теме «Железо-углеродистые сплавы».

Содержание задания: выполнение теста по теме «Железо-углеродистые сплавы». Номер варианта (1 или 2) соответствует нечетному или четному номеру в списке журнала.

Форма отчета: выполненные тестовые задания.

##### Вариант 1

Выберите правильный вариант ответа.

1. Вредными примесями для стали являются:
  - а) марганец;
  - б) кремний;
  - в) сера;
  - г) хром.
2. Сталь 25 является углеродистой сталью:
  - а) обыкновенного качества;
  - б) качественной;
  - в) инструментальной;
  - г) специальной.
3. Какое количество хрома содержит сталь 12Х18Н10Т?
  - а) 18%;
  - б) 12%;
  - в) 1,8%;
  - г) 0,12%.
4. Как называется сплав, содержащий 4,3% углерода?
  - а) доэвтектический чугун;
  - б) заэвтектический чугун;
  - в) эвтектический чугун;
  - г) заэвтектоидная сталь.
5. Сталь ВСтЗсп является углеродистой сталью:
  - а) обыкновенного качества;
  - б) качественной;
  - в) инструментальной;
  - г) специальной.
6. Какой буквой обозначают марганец при маркировке стали?
  - а) А;
  - б) В;

- в) Г;
- г) М.

7. Какое количество углерода содержит сталь, марки сталь30?

- а) 0,03%;
- б) 0,3%;
- в) 3%;
- г) 30%.

8. Какой буквой обозначают алюминий при маркировке стали?

- а) А;
- б) Ю;
- в) Д;
- г) Г.

9. К какой группе относится сталь Р18?

- а) быстрорежущей;
- б) шарикоподшипниковой;
- в) кислотостойкой;
- г) улучшаемой.

10. Чугун – это сплав железа с углеродом, когда углерода содержится:

- а) до 2,14%;
- б) более 2,14%;
- в) до 0,8%;
- г) более 0,8%.

11. Какую марку качественной конструкционной стали используют для изготовления износостойких изделий?

- а) сталь45;
- б) сталь65Г;
- в) У8А;
- г) А12.

12. К каким сталям относится автоматная сталь?

- а) к углеродистым инструментальным сталям;
- б) углеродистым конструкционным сталям;
- в) легированным инструментальным сталям;
- г) легированным конструкционным сталям.

13. Какая из приведённых марок сталей относится к заэвтектоидным?

- а) сталь 40;
- б) У10А;
- в) Ст1кп;
- г) А12.

14. Что является основным критерием для разделения сталей по качеству?

- а) степень раскисления стали;
- б) степень легирования стали;
- в) содержание в стали серы и фосфора;
- г) содержание в стали углерода.

15. Графит, какой формы содержит сплав СЧ-30?

- а) пластинчатой;
- б) шаровидной;
- в) хлопьевидной;
- г) в сплаве графита нет.

16. Что означает число 10 в марке сплава КЧ 35-10?

- а) относительное удлинение в процентах;
- б) ударную вязкость в кДж/м<sup>2</sup>;
- в) временное сопротивление в кгс/мм<sup>2</sup>;
- г) предел текучести в МПа.

17. Какой чугун получают путём длительного отжига белого чугуна?

- а) ковкий;
- б) серый;
- в) высокопрочный;
- г) легированный.

18. Укажите марку высоколегированной стали:

- а) 08Г2С
- б) 08Х18Н10Т
- в) 15ХА
- г) ХВГ

Вариант 2

Выберите правильный вариант ответа.

1. Сталь – это сплав железа с углеродом, когда углерода содержится:

- а) до 2,14%;
- б) более 2,14%;
- в) до 0,8%;
- г) более 0,8%.

2. Что означает число 3 в марке сплава ВЧ 70-3

- а) относительное удлинение в процентах;
- б) ударную вязкость в кДж/м<sup>2</sup>;

- в) временное сопротивление в кгс/мм<sup>2</sup>;
- г) предел текучести в МПа.

3. Графит, какой формы содержит сплав ВЧ 100-4?

- а) пластинчатой;
- б) шаровидной;
- в) хлопьевидной;
- г) в сплаве графита нет.

4. Укажите марку инструментальной стали:

- а) 08Г2С;
- б) 08Х18Н10Т;
- в) 15ХА;
- г) ХВГ.

5. Какое количество углерода содержит сталь 12Х18Н10Т

- а) 18%;
- б) 12%;
- в) 1,8%;
- г) 0,12%.

6. Какая из приведённых марок сталей относится к особо высококачественным?

- а) сталь 40;
- б) У10А;
- в) Ст1кп;
- г) 95Х18Ш

7. Какой буквой обозначают медь при маркировке стали?

- а) М;
- б) Д;
- в) А;
- г) Б.

8. Какая примесь наиболее значительно влияет на красноломкость стали?

- а) сера;
- б) фосфор;
- в) кислород;
- г) углерод.

9. Укажите марку быстрорежущей стали?

- а) Р18;
- б) ХВГ;
- в) У12А;

г) 12К.

10. К какой категории по качеству принадлежит сталь Стбсп?

- а) к высококачественным сталям;
- б) к особовысококачественным сталям;
- в) к качественным сталям;
- г) к сталям обыкновенного качества.

11. Какой из сплавов У10 или сталь 10 содержит больше углерода?

- а) У10;
- б) сталь 10;
- в) в обоих сплавах содержание углерода одинаково;
- г) эти сплавы не содержат углерод.

12. Даны две марки сталей: 40Х9С2 и 40Х13. Какая из них относится к категории коррозионно-стойких сталей?

- а) 40Х9С2;
- б) 40Х13;
- в) обе марки относятся к коррозионно-стойким сталям;
- г) ни одна из этих марок сталей не может быть отнесена к коррозионно-стойким сталям.

13. Вредными примесями для стали являются:

- а) марганец;
- б) кремний;
- в) фосфор;
- г) хром.

14. Что означает число 30 в марке сплава СЧ-30?

- а) относительное удлинение в процентах;
- б) ударную вязкость в кДж/м<sup>2</sup>;
- в) предел прочности при растяжении кгс/мм<sup>2</sup>;
- г) твёрдость НВ.

15. Какую марку стали применяют для изготовления напильников?

- а) У12А;
- б) сталь 10;
- в) 08Г2С;
- г) 12К.

16. Какой элемент повышает коррозионную стойкость стали?

- а) марганец;
- б) хром;
- в) вольфрам;
- г) сера.

17. Укажите свойства, которые придаёт стали вольфрам:
- а) резко увеличивает твёрдость и красностойкость стали;
  - б) снижает твёрдость стали;
  - в) увеличивает стойкость стали против коррозии;
  - г) повышает пластичность стали.
18. На что указывает цифра 6 в маркировке стали Р6М5?
- а) сталь содержит 0,6% углерода;
  - б) сталь содержит 0,6% вольфрама;
  - в) сталь содержит 6% вольфрама;
  - г) сталь содержит 6% молибдена.

Критерии оценки тестового задания указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Критерии оценки тестового задания

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки
90-100	отлично
80-89	хорошо
70-79	удовлетворительно
менее 70	неудовлетворительно



## 5 Самостоятельная работа №4. Основы термической обработки

Цель задания: углубление знаний по теме «Основы термической обработки», развитие умения применять теоретические знания для нахождения режимов термической обработки.

Содержание задания: выбор вида и режима термической и химико-термической обработки.

Форма отчета: решенные задачи.

### Методические указания

#### *Решение задач*

Прежде всего, приступая к решению задач по материаловедению, необходимо внимательно и несколько раз прочитать условие и попытаться выявить явление, установить основные законы, которые используются в задаче, а после приступить к непосредственно поиску правильного ответа.

Практическое занятие предусматривает обоснование выбора металла для изготовления заданной детали и выбор вида и режима термической и химико - термической обработки, которая обеспечит надёжность детали в условиях эксплуатации, указанных в каждой задаче.

Для решения задачи необходимо, прежде всего, определить материал, обладающий свойствами, близкими к требуемым условиям. Для этой цели рекомендуется ознакомиться с классификацией, составом и назначением основных материалов, используемых в технике.

Если для улучшения свойств выбранного материала нужны термическая или химико - термическая обработка, то необходимо указать их режимы, получаемую структуру и свойства. При рекомендации режимов обработки необходимо также указать наиболее экономичные и производительные способы. Например: для деталей, изготавливаемых в больших количествах – обработку с индукционным нагревом, газовую цементацию и другие; для деталей, работающих в условиях переменных нагрузок, например для валов, зубчатых колес, необходимо рекомендовать обработку, повышающую предел выносливости (в зависимости от рекомендуемой стали к ним относятся цементация, цианирование, азотирование, закалка с индукционным нагревом)

Решение задачи можно условно разбить на этапы:

- ознакомиться с условием задачи;
- составить план решения задачи;
- осуществить решение.

#### *Задачи для самостоятельного решения*

##### Задача №1

Назначьте режим термической обработки рессор из стали марки сталь65 и приведите его обоснование. Опишите сущность происходящих

превращений, микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

#### Задача №2

Режущий инструмент требуется обработать на максимальную твёрдость. Для его изготовления выбрана сталь У13А. Назначьте режим термической обработки, опишите сущность происходящих превращений, структуру и свойства данной стали.

#### Задача №3

Назначьте режим термической и химико - термической обработки шестерен из стали 20ХН с твёрдостью зуба 58-62 HRC. Опишите микроструктуру и свойства поверхности зуба и сердцевины шестерни после термической обработки.

#### Задача №4

Для изготовления молотовых штампов выбрана сталь 5ХНВ. Расшифруйте состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие при термической обработке данной стали. Опишите микроструктуру и свойства штампов после термической обработки.

#### Задача №5

Назначьте нержавеющую сталь для изготовления деталей, работающих в среде уксусной кислоты, при температуре 40°С. Приведите химический состав стали, необходимую термическую обработку и получаемую структуру. Объясните коррозионную устойчивость материала и роль каждого легирующего элемента.

#### Задача №6

Для изготовления резцов выбрана сталь Р6М5. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие при термической обработке данной стали. Опишите микроструктуру и главные свойства резцов после термической обработки.

#### Задача №7

Выберите марку стали для изготовления продольных пил по дереву и укажите режим термической обработки, микроструктуру и твёрдость готовой пилы. Режимы термической обработки выберите таким образом, чтобы предупредить деформацию пилы при закалке и отпуске, а также обеспечить получение в сталях высоких упругих свойств после отпуска (пила должна «пружинить»).

#### Задача №8

Завод изготавливает коленчатые валы диаметром 35 мм; сталь в готовом изделии должна иметь предел прочности не ниже 750 МПа и ударную вязкость не ниже 50 МПа. Кроме того, вал должен обладать повышенной износостойкостью не по всей поверхности, а только в шейках, т.е. в участках, сопряжённых с подшипниками и работающих на истирание.

Подберите марку стали, режим термической обработки всего вала для получения заданных свойств и режим последующей термической обработки, повышающей твёрдость только в отдельных участках поверхности вала.

Приведите структуру и твёрдость стали в поверхностном слое шейки вала и структуру, и механические свойства на остальных участках.

#### Задача №9

Стаканы цилиндров мощных двигателей внутреннего сгорания должны обладать высоким сопротивлением износу на поверхности. Для повышения износостойкости применяют азотирование.

Подберите сталь, пригодную для азотирования, приведите химический состав, рекомендуйте режим термической обработки и режим азотирования, укажите твёрдость поверхностного слоя и механические свойства ниже лежащих слоёв в готовом изделии.

#### Задача №10

Червяк редуктора диаметром 35 мм можно изготовить из цементируемой и не цементируемой стали. Предел прочности в сердцевине детали должен быть 580 – 686 МПа. Выберите марку цементируемой и не цементируемой углеродистой качественной стали. Обоснуйте, в каких случаях, целесообразно применять цементируемую и в каких случаях – не цементируемую сталь.

Укажите химический состав, рекомендуемый режим химико-термической обработки и сопоставьте механические свойства обоих типов в готовом изделии.

#### Задача №11

Станкостроительный завод изготавливает шпиндели токарных станков. Шпиндели работают с большой скоростью в условиях повышенного износа, поэтому твёрдость в поверхностном слое должна быть HRC 58-62.

Подберите сталь для изготовления шпинделя, рекомендуйте режим термической термообработки, обеспечивающий получение заданной твёрдости в поверхностном слое. Укажите структуру стали в поверхностных слоях и в сердцевине шпинделя, механические свойства сердцевины после термической обработки.

### Задача №12

Палец шарнира диаметром 30 мм работает на изгиб и срез и должен обладать износостойкостью на поверхности и высокой вязкостью в сердцевине.

Подберите углеродистую сталь, укажите её состав, марку, рекомендуйте режим химико-термической и термической обработки, укажите структуру, механические свойства в сердцевине и твёрдость на поверхности после окончательной обработки. Укажите желаемую толщину твёрдого поверхностного слоя.

### Задача №13

Выберите марку стали для изготовления топоров. Лезвие топора не должно сниматься или выкрашиваться в процессе работы; поэтому оно должен меть твёрдость в пределах HRC 50-55 на высоту не более 30-40 мм, остальная часть топора не подвергается закалке и имеет более низкую твёрдость.

Укажите химический состав стали, режим термической обработки, обеспечивающий указанную твёрдость, а также способ закалки, позволяющий получить эту твёрдость только на лезвии топора.

### Задача №14

Многие измерительные инструменты плоской формы (шаблоны, линейки, штангенциркули) изготавливают из листовой стали. Они должны обладать износостойкостью в рабочих кромках. Приведите режим обработки, обеспечивающий получение этих свойств, если инструменты изготавливают большими партиями из сталей марок: сталь 15 и сталь 20.

### Задача №15

Выберите марку жаропрочной стали для изготовления клапанов автомобильных двигателей небольшой мощности. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки стали. Опишите микроструктуру и основные свойства стали после термической обработки.

### Критерии оценки

Отлично «5» - работа выполнена полностью без ошибок и недочетов.

Хорошо «4» - работа выполнена полностью, но при наличии в ней не более одной не грубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

Удовлетворительно «3» - правильно выполнено не менее 2/3 всей работы или допущено не более одной грубой ошибки.

Неудовлетворительно «2» - правильно выполнено менее 2/3 всей работы

## 6 Самостоятельная работа №5. Химико-термическая обработка

Цель задания: углубление знаний по теме «Химико-термическая обработка».

Содержание задания: ответить на контрольные вопросы по теме «Химико-термическая обработка».

Форма отчета: ответы на контрольные вопросы.

### *Контрольные вопросы*

1. Что такое химико - термическая обработка?
2. Какое влияние оказывает химико - термическая обработка на свойства стали?
3. Что такое цементация?
4. Какое влияние оказывает цементация на свойства стали?
5. Какие детали подвергают цементации?
6. Какие стали используют для цементации?
7. Как происходит процесс цементации?
8. Что служит науглероживающей средой при цементации?
9. Какой термической обработке подвергают цементованные детали?
10. Что такое азотирование?
11. Какие детали подвергают азотированию?
12. Как происходит процесс азотирования?
13. Какой термической обработке подвергают детали перед азотированием?
14. Что такое нитро-цементация?
15. Что служит основой газовой среды при нитро-цементации?
16. Как происходит процесс нитро-цементации?
17. Какие детали подвергают нитро-цементации?
18. Что такое цианирование?
19. Как происходит процесс цианирования?
20. Какими достоинствами и недостатками обладает цианирование?
21. Что такое борирование?
22. Какое влияние оказывает борирование на свойства стали?
23. Что такое алитирование?

### *Критерии оценки*

Отлично «5» - работа выполнена полностью без ошибок и недочетов.

Хорошо «4» - работа выполнена полностью, но при наличии в ней не более одной не грубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

Удовлетворительно «3» - правильно выполнено не менее 2/3 всей работы или допущено не более одной грубой ошибки.

Неудовлетворительно «2» - правильно выполнено менее 2/3 всей работы

## 7 Самостоятельная работа №6. Цветные металлы и сплавы

Цель задания: углубить, систематизировать и закрепить теоретические знания по теме «Цветные металлы и сплавы», получить навыки самостоятельной обработки, обобщения и краткого, систематизированного изложения материала, развить исследовательские умения.

Содержание задания: подготовка и выполнение рефератов.

Темы рефератов:

1. Медь и медные сплавы.
2. Алюминий и алюминиевые сплавы.
3. Магний и магниевые сплавы.
4. Марганец.
5. Кремний.
6. Вольфрам.
7. Хром.
8. Титан.
9. Никель.
10. Цинк.

Форма отчета: реферат, объём 7-10 листов (формат А4).

### Методические указания

#### *Выполнение реферата*

Реферат – краткая запись идей, содержащихся в одном или нескольких источниках, которая требует умения сопоставлять и анализировать различные точки зрения. Реферат – одна из форм интерпретации исходного текста или нескольких источников.

Структура реферата:

1. Титульный лист.
2. План работы с указанием страниц каждого пункта, подпункта.
3. Введение.
4. Основная часть. Текстовое изложение материала, разбитое на пункты, подпункты, главы. Содержание глав этой части должно точно соответствовать теме работы и полностью ее раскрывать. Эти главы должны показать умение исследователя, сжато, логично и аргументировано излагать материал, обобщать, анализировать, делать логические выводы.
5. Заключение
6. Перечень используемых источников.
7. Приложения, которые состоят из таблиц, диаграмм, графиков, схем.

## *Оформление реферата*

Текстовые документы должны быть отпечатаны с использованием компьютера и принтера на стандартных листах белой бумаги формата А4 (210x297 мм).

Размеры полей: правое – 10 мм;  
левое – 30 мм;  
верхнее, нижнее – 20 мм.

Положение переплета – слева.

Текст документа печатается с одной стороны листа.

При подготовке текста документа в текстовом редакторе MS Word рекомендуется устанавливать следующие настройки:

а) Свойства шрифта:

- гарнитура шрифта: Times New Roman;
- начертание: обычный;
- цвет: черный;
- размер шрифта: 14пт; шрифт - 12пт (Приложение, таблицы);

б) Свойства абзаца

- выравнивание текста: по ширине;
- отступ слева и справа: 0 см;
- отступ первой строки: 1,25 см;
- интервал перед и после: 0 см;
- межстрочный интервал: одинарный;

Нумерация страниц выполняется арабскими цифрами, в центре нижней части листа, без каких-либо дополнительных знаков (кавычек, тире, точек и т.д.). Соблюдается сквозная нумерация по всему тексту, включая приложения. Титульный лист нумеруется, но номер страницы не ставится.

Работа над рефератом заканчивается защитой. Готовый реферат сдается за неделю до защиты.

При защите реферата:

- указываются название и цель работы;
- излагается основное содержание работы, ее идея, суть;
- аргументируются выводы по работе.

Защита реферата выполняется в течении 5-10 минут.

В своей речи избегайте патетики, пользуйтесь научным языком с употреблением необходимых терминов. Речью и подачей материала заинтересуйте слушателей.

При необходимости приготовьте раздаточный материал.

Умейте прерваться, когда просят, и продолжить с нужного места свой рассказ. Говорите четко, ясно.

Реферат оценивается преподавателем, исходя из установленных показателей и критериев оценивания реферата, которые представлены в таблице 4.

Работа оценивается по 100-балльной шкале, баллы переводятся в оценки успеваемости следующим образом:

- 86-100 баллов – «отлично»;
- 70-85 баллов – «хорошо»;
- 60-69 баллов – «удовлетворительно»
- менее 60 баллов – «неудовлетворительно».

Баллы учитываются в процессе текущей оценки знаний программного материала.

Таблица 4 – Критерии и показатели при оценивании реферата

Критерии	Показатели
1.Новизна реферированного текста Максимум – 20 баллов	- новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы; - наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.
2.Степень раскрытия сущности проблемы Максимум – 30 баллов	- соответствие плана теме реферата; - соответствие содержания теме и плану реферата; - полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы; - обоснованность способов и методов работы с материалом; - умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.
3.Обоснованность выбора источников Максимум – 20 баллов	- полнота использования литературных источников по проблеме; - привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).
4.Соблюдение требований к оформлению Максимум – 15 баллов	- правильное оформление ссылок на используемую литературу; - грамотность и культура изложения; - владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; - соблюдение требований к объёму реферата; - культура оформления: выделение абзацев.
5.Грамотность Максимум – 15 баллов	- отсутствие орфографических и синтетических ошибок, стилистических погрешностей; - отсутствие опечаток, сокращения слов, кроме общепринятых; - литературный стиль



## 8 Самостоятельная работа №7. Алюминий и алюминиевые сплавы

Цель задания: развитие умения систематизировать, обобщать учебный материал и составлять таблицу.

Содержание задания: заполнение таблицы 5 «Алюминий и алюминиевые сплавы» с использованием учебной и справочной литературы, электронных ресурсов.

Форма отчета: заполненная таблица 5 «Алюминий и алюминиевые сплавы».

Таблица 5 – Алюминий и алюминиевые сплавы

№ варианта	Марки	Химический состав	Назначение
1	A7		
	Д1		
	АЛ2		
2	A99		
	Д16		
	АМг5		
3	A5		
	АЛ33		
	АМц		
4	A85		
	АМг2		
	Д18		
5	A0		
	АЛ8		
	АК8		

### Критерии оценки заполнения таблицы

Отлично «5» - грамотно и чётко заполнена таблица; умело использованы теоретические знания при выполнении практического обобщения учебного материала; качественное внешнее оформление; работа выполнена в срок.

Хорошо «4» - правильно заполнена таблица; умело использованы теоретические знания при выполнении практического обобщения учебного материала, но допущены незначительные ошибки; качественное внешнее оформление; работа выполнена в срок.

Удовлетворительно «3» - правильно заполнена таблица, но допущены существенные ошибки; работа выполнена не срок.

Неудовлетворительно «2» - не полное заполнение таблицы; допущены существенные ошибки; небрежность в оформлении.

## 9 Самостоятельная работа №8. Медь и медные сплавы

Цель задания: развитие умения систематизировать, обобщать учебный материал и составлять таблицу.

Содержание задания: заполнение таблицы б «Марки цветных металлов и сплавов». Номер варианта соответствует номеру в списке журнала.

Форма отчета: заполненная таблица б «Марки цветных металлов и сплавов» (указать химический состав марок).

### Методические указания

#### *Заполнение таблицы «Марки цветных металлов и сплавов»*

Прежде всего, приступая к заполнению таблицы необходимо внимательно и несколько раз прочитать теоретический материал по теме «Медь и медные сплавы» и разобрать маркировку меди, латуни и бронзы.

Медь – металл красновато – розового цвета, кристаллизуется в решётку гранцентрированного куба, аллотропических превращений не имеет. Температура плавления меди – 1083°С.

Медь обладает высокой стойкостью против атмосферной коррозии, она, благодаря высокой пластичности, хорошо обрабатывается давлением в холодном и горячем состоянии. Литейные свойства меди низкие. На свойства меди большое влияние оказывают примеси. Все примеси, кроме серебра и бериллия, значительно ухудшают электропроводность. Особенно нежелательны примеси висмута, вызывающего красноточность меди, и кислорода, являющегося причиной возникновения «водородной» болезни меди – растрескивание слитка. Свинец почти не растворим в меди и при температуре 270-326°С вызывает резкое падение механических свойств при горячей пластичной деформации. Медь удовлетворительно обрабатывается резанием.

Важнейшее свойство меди – её отличная электропроводность и теплопроводность. Только один металл обладает ещё более высокими показателями этих свойств – серебро. Но этот металл дорог и не может широко применяться в технике. По способности проводить электрический ток медь в 5 раз превосходит железо, в 1,5 раз – алюминий, в 3 раза – цинк, в 35 раз – титан. Вот почему медь по праву называют главным металлом в электротехнике.

Медь маркируется буквой М, после которой стоят цифры 00, 0, 1, 2, 3, а также буквами: к – катодная, б – бескислородная, р – раскислённая.

Например: М1к – медь катодная, содержание меди не менее 99,9%

Латунь – сплав меди с цинком, когда цинка содержится до 45%.

Латунь дешевле меди и превосходит её по прочности, вязкости и коррозионной стойкости, она обладает хорошими литейными свойствами.

Латуни, содержащие до 38% цинка, обладают высокой пластичностью и несколько большей прочностью, чем медь.

При содержании цинка свыше 38% твёрдость латуней повышается, улучшаются литейные свойства, но понижается пластичность.

Латуни, содержащие более 45% цинка, не применяются из-за повышенной хрупкости.

В зависимости от числа компонентов различают простые и специальные латуни.

Простые латуни состоят из меди и цинка. Принцип маркировки их следующий: впереди марки стоит буква «Л», за ней стоят цифры, указывающие содержание меди в процентах.

Например: Л96 – простая латунь, с содержанием меди 96%, цинка 4%.

Специальные латуни, кроме меди и цинка, содержат от 1 до 8% различных легирующих элементов, улучшающих механические свойства и коррозионную стойкость. В специальных латунях в качестве легирующих компонентов применяются:

А – алюминий;

О – олово;

К – кремний;

С – свинец;

Н – никель;

Мц – марганец;

Ж – железо и др.

Алюминий, марганец, никель повышают механические свойства и коррозионную стойкость латуней. Свинец улучшает антифрикционные свойства и обрабатываемость латуней резанием. Кремнистые латуни обладают хорошей жидко-текучестью, обрабатываемостью резанием и свариваемостью. Олово повышает коррозионную стойкость латуней в морской воде. Железо в сочетании с марганцем или алюминием придаёт латуни повышенную твёрдость и прочность.

Специальные латуни в зависимости от назначения делятся на две группы:

– литейные, из которых изделия получают способом литья;

– обрабатываемые давлением (деформируемые), из которых получают различные полуфабрикаты путём прокатки,ковки,штамповки.

Литейные латуни маркируются буквами и цифрами (Л – латунь, Ц – цинк, числа после буквы Ц – процентное содержание цинка, последующие буквы и числа обозначают легирующие компоненты и их процентное содержание)

Например: ЛЦ16К4 – литейная латунь, с содержанием цинка 16%, кремния 4%, меди 80%.

Деформируемые латуни при маркировке за буквой «Л» ставят буквы легирующих компонентов. Первая цифра указывает среднее содержание меди в процентах, следующие цифры, указывают содержание легирующих компонентов в процентах.

Например: ЛАЖ 60-1-1 – деформируемая латунь, с содержанием меди 60%, алюминия 1%, железа 1%, цинка 38%

Сплавы меди с оловом, алюминием, кремнием, свинцом, бериллием называют бронзами.

В зависимости от введённого элемента бронзы называют оловянными, алюминиевыми и т.д.

Бронзы обладают хорошими литейными и антифрикционными свойствами, коррозионной стойкостью в пресной и морской воде, в газовой атмосфере при высоких температурах и др. Сравнительно высокие механические свойства некоторых бронз могут ещё быть повышены путём термообработки (закалки и старения). Изделия из бронз получают литьём, обработкой давлением и резанием.

По способу изготовления изделий бронзы делятся на деформируемые и литейные. Из деформируемых бронз получают пружины и пружинящие материалы. Из литейных бронз изготавливают подшипники скольжения ответственного назначения (работают при высоких скоростях и больших давлениях), арматуру, детали с высокой тепло- и электропроводностью в сочетании с хорошей коррозионной стойкостью, фасонное и художественное литьё.

Литейные бронзы маркируются буквами и цифрами (Бр – бронза, число после буквы легирующего компонента – процентное содержание данного легирующего компонента).

Например: БрОЗЦ12С5 – литейная бронза, с содержанием олова 3%, цинка 12%, свинца 5%, меди 80%.

Деформируемые бронзы при маркировке за буквами «Бр» ставят буквы легирующих компонентов, цифры указывают последовательно процентное содержание легирующих компонентов.

Например: БрАЖ 9-4 – деформируемая бронза, с содержанием алюминия 9%, железа 4%, меди 87%.

#### Критерии оценки заполнения таблицы

Отлично «5» - грамотно и чётко заполнена таблица; умело использованы теоретические знания при выполнении практического обобщения учебного материала; качественное внешнее оформление; работа выполнена в срок.

Хорошо «4» - правильно заполнена таблица; умело использованы теоретические знания при выполнении практического обобщения учебного материала, но допущены незначительные ошибки; качественное внешнее оформление; работа выполнена в срок.

Удовлетворительно «3» - правильно заполнена таблица, но допущены существенные ошибки; работа выполнена не срок.

Неудовлетворительно «2» - не полное заполнение таблицы; допущены существенные ошибки; небрежность в оформлении.

Таблица 6 – Марки цветных металлов и сплавов

№ варианта	Марки	Химический состав
1	М00к, Л-96, ЛО-60-1, БрО3Ц7С5Н, БрО10С10	
2	Л-62, ЛЦ16К4, БрАЖ-9-4, БрО4Ц4С17, М1р	
3	БрА9Мц2, ЛАЖ-60-1-1, Л-70, БрАЖН-10-4-4, М3р	
4	БрО3Ц12С5, Л-80, ЛЦ17К3, БрО10Ф1, М00р	
5	ЛЦ40Мц2, БрО8Ц4, Л-80, ЛА-77-2, М3к	
6	ЛЦ38А2Ж2, БрС30, БрКН-1-3, Л-85, М3р	
7	ЛАН-59-3-2, ЛЦ23А6Ж3Мц2, Д16, М00, БрКН-1-3	
8	ЛС-63-3, БрКН-1-3, А999, Л-70, М2р	
9	М1р, ЛЦ16К4, БрАЖН-10-4-4, АМц, Д16	
10	Л-96, ЛО-70-1, БрА11Ж6Н6, АМг2, БрО8Ц4	
11	Д16, ЛМц-58-2, БрКН-1-3, БрБ2, Л-68	
12	А85, ЛЦ25С2, БрОЦС-4-4-4, Д18, ЛН-65-5	
13	М3р, ЛА-77-2, БрА10Ж3Мц2, А85, ЛО-90-1	
14	ЛМцА-57-3-1, БрО3Ц12С5, А999, М1к, Л-85	
15	Л-62, БрО10Ф1, Д19, ЛЦ38А2Ж2, БрО3Ц6С5Н1	
16	ЛЦ23А6Ж3Мц2, ЛАН-59-3-2, АЛ25, А85, БрС30	
17	АМг2, ЛЦ40С, БрМц5, Л-70, БрА9Ж4Н4Мц1	
18	ЛЖС-58-1-1, БрС30, МГ90, А7Е, БрОФ-6,5-0,4	
19	ЛК-80-3, БрА10Ж3Мц2, МЛ5, М1р, А85	
20	А95, ЛЖС-58-1-1, БрОФ-7-0,2, МГ95, ЛЦ25С2	

## 10 Самостоятельная работа №9. Общие сведения о пластических массах

Цель задания: привитие интереса к изучению дисциплины «Электротехника и основы электроники»; развитие умения работы с дополнительной литературой, развитие умения систематизировать и обобщать учебный материал.

Содержание задания: подготовка и выполнение презентаций.

Темы презентаций:

1. Полиэтилен.
2. Полипропилен.
3. Поливинилхлорид (винипласт).
4. Полистирол.
5. Фторопласт – 4.
6. Полиметилметакрилат (органическое стекло).
7. Текстолит, гетинакс.
8. Стекловолокнистый материал.

Форма отчета: презентация.

### Методические указания

#### *Выполнение презентации*

Презентация, согласно толковому словарю русского языка Д.Н. Ушакова: «...способ подачи информации, в котором присутствуют рисунки, фотографии, анимация и звук».

Работа обучающегося над сообщением - презентацией включает отработку умения самостоятельно обобщать материал и делать выводы, умения ориентироваться в материале и отвечать на дополнительные вопросы слушателей, отработку навыков ораторства, умения проводить диспут.

Структура выступления:

- вступление должно содержать: название, сообщение основной идеи, современную оценку предмета изложения, краткое перечисление рассматриваемых вопросов, живую интересную форму изложения, акцентирование внимания на важных моментах, оригинальность подхода;

- основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио - визуальных материалов;

- заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы.

Для подготовки презентации рекомендуется использовать: Power Point, MS Word, Acrobat Reader.

Для подготовки презентации необходимо собрать и обработать начальную информацию.

Последовательность подготовки презентации:

- четко сформулировать цель презентации;
- определить каков будет формат презентации: живое выступление или электронная рассылка;
- отобрать всю содержательную часть для презентации и выстроить логическую цепочку представления;
- определить ключевые моменты в содержании текста и выделить их;
- определить виды визуализации (картинки) для отображения их на слайдах в соответствии с логикой, целью и спецификой материала;
- подобрать дизайн и форматировать слайды (количество картинок и текста, их расположение, цвет и размер);
- проверить визуальное восприятие презентации.

К видам визуализации относятся иллюстрации, образы, диаграммы, таблицы.

Иллюстрация – представление реально-существующего зрительного ряда.

Образы – в отличие от иллюстраций – метафора. Их назначение – вызвать эмоцию и создать отношение к ней, воздействовать на аудиторию. С помощью хорошо продуманных и представленных образов, информация может надолго остаться в памяти человека.

Диаграмма – визуализация количественных и качественных связей. Их используют для убедительной демонстрации данных, для пространственного мышления в дополнение к логическому.

Таблица – конкретный, наглядный и точный показ данных. Её основное назначение – структурировать информацию, что порой облегчает восприятие данных аудиторий.

Практические советы при подготовке презентации:

- готовить отдельно печатный текст и слайды;
- слайды – визуальная подача информации, которая должна содержать минимум текста, максимум изображений, несущих смысловую нагрузку, выглядеть наглядно и просто;
- текстовое содержание презентации – устная речь или чтение, которая должна включать аргументы, факты, доказательства и эмоции;
- на одном слайде рекомендуется использовать не более двух цветов: один для фона, один для текста;
- для фона и текста использовать контрастные цвета;
- вся презентация должна быть выдержана в едином стиле, на базе одного шаблона;
- рекомендуемое число слайдов до 15;
- обязательная информация для презентации: тема, фамилия и инициалы выступающего; план сообщения; краткие выводы из всего сказанного; список использованных источников;
- тема презентации выбирается самостоятельно из предложенного преподавателем списка.

Презентация оценивается преподавателем, исходя из установленных показателей и критериев оценивания презентации, которые представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Критерии оценивания презентации

Критерий	Оценка	Примечание
Наличие грамотно оформленного титульного листа	2 балла	Написана тема, указан автор презентации, группа, специальность.
7 слайдов	4 балла	Требования к слайду: - каждый слайд должен содержать как минимум единицу информации, т.е. должен быть содержательным и поэтому компоненту не повторять другие слайды; - слайд не может быть представлен только картинкой, должны присутствовать и изображение, и текст; - слайд не должен быть перегружен текстом.
8 - 10 слайдов	5 баллов	
10-15 слайдов	10 баллов	
Логика построения	до 3 баллов	Изложение должно быть логичным и совпадать с изображением либо текстом на слайдах.
Содержание	до 10 баллов	Оценка зависит от глубины раскрытия темы: поверхностно, либо с деталями, с указанием примеров.
Оценка		
Максимум		25 баллов
Отлично		20-25 баллов
Хорошо		14-20 баллов
Удовлетворительно		Менее 13 баллов



## **Заключение**

Методические указания по выполнению самостоятельных работ по дисциплине «Материаловедение» разработаны с учетом требований ФГОС по специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям).

Предлагаемая система методических указаний направлена на формирование у студентов умений и навыков самостоятельной работы с учебной литературой, отвечать на поставленные вопросы, умение структурировать изученное, решать качественные и количественные задачи.

Цель методических указаний состоит в обеспечении эффективности самостоятельной работы, определения ее содержания, установления требований к оформлению и результатам самостоятельной работы, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических навыков.

## Список использованных источников

### *Книги*

- 1 Адашкин А.М., Зуев В.М. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2013, С. 336.
- 2 Вологжанина С.А, Иголкин А.Ф. Материаловедение. – М.: Академия, 2020, С.496.
- 3 Власов В.С. Металловедение: учебное пособие. – М.: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2012, С. 336.
- 4 Земский Ю.П. Материаловедение: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2019, С.188.
- 5 Пасютина О.В. Материаловедение. Минск, РИПО, 2020, С.277.
- 6 Фетисов Г.П. Материаловедение и технология металлов. – М.: ОНИКС, 2008, С.617.
- 7 Чумаченко Ю.Т. Материаловедение и слесарное дело. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009, С.395.

### *Электронные ресурсы*

- 1 Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online». Режим доступа: [ <http://biblioclub.ru> ].
- 2 Электронная электротехническая библиотека. Режим доступа: [ <http://www.electrolibrary.info> ].