

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 Юнаков Л. П.  
 (подпись) ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

|  |   |
|--|---|
| Направление/специальность подготовки       | 15.03.03 Прикладная механика  |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Цифровые технологии в виброакустике и прочности                                     |
| Уровень высшего образования                | Бакалавриат   |
| Форма обучения                             | Очная   |
| Факультет                                  | Е Оружие и системы вооружения   |
| Выпускающая кафедра                        | Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ   |
| Кафедра-разработчик рабочей программы      | А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ |

| КУРС | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ<br>(ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) |                    |        |                           |                         |                        |                 |                 |                               | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО<br>КОНТРОЛЯ |
|------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
|      |         |   | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ              | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ |        |                           |                         | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА |                 |                 |                               |                                |
|      |         |   |                                 | ВСЕГО              | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ<br>ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ<br>ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО                  | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ<br>САМОСТ. РАБОТЫ |                                |
| 2    | 3       | 3                                       | 108                             | 51                 | 34     | 17                        | 0                       | 57                     | 0               | 0               | 57                            | зач.                           |

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**15.03.03 Прикладная механика**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И \_\_\_\_\_  
ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
Воробьева Галина Анатольевна, к.т.н., профессор, доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И  
ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Андриюшкин А.Ю., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Шашурин А.Е., д.т.н., проф. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

|  |
|--|
| ПСК-7.5 — способен проводить расчетные работы для обеспечения прочности авиационных конструкций и безопасности ЛА                                      |
| ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности |
| ОПК-12 — способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности                               |

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-7.5**

*знания:*

Зависимости механических, физико-химических свойств конструкционных материалов, от технологии производства, структуры и технологии обработки; иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития материаловедения и технологии конструкционных материалов;

*умения:*

Использовать полученные знания в своей учебной и профессиональной деятельности; обоснованно выбирать технологии упрочнения и обработки конструкционных материалов; использовать стандарты и другие нормативные документы при контроле качества изделий, пользоваться общенаучной и специальной литературой; владеть навыками по анализу конструкционных материалов для обоснованного выбора материалов и технологий их обработки для конкретного изделия;

*навыки:*

В области конструкторско-технологической подготовки производства объектов ракетной техники и разработки конструкторской и технологической документации.

## **ОПК-1**

*знания:*

Зависимости механических, физико-химических свойств конструкционных материалов, от технологии производства, структуры и технологии обработки; иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития материаловедения и технологии конструкционных материалов;

*умения:*

Использовать полученные знания в своей учебной и профессиональной деятельности; обоснованно выбирать технологии упрочнения и обработки конструкционных материалов; использовать стандарты и другие нормативные документы при контроле качества изделий, пользоваться общенаучной и специальной литературой; владеть навыками по анализу конструкционных материалов для обоснованного выбора материалов и технологий их обработки для конкретного изделия;

*навыки:*

В области конструкторско-технологической подготовки производства объектов ракетной техники и разработки конструкторской и технологической документации.

## **ОПК-12**

*знания:*

Зависимости механических, физико-химических свойств конструкционных материалов, от технологии производства, структуры и технологии обработки; иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития материаловедения и технологии конструкционных материалов;

*умения:*

Использовать полученные знания в своей учебной и профессиональной деятельности; обоснованно выбирать технологии упрочнения и обработки конструкционных материалов; использовать стандарты и другие нормативные документы при контроле качества изделий, пользоваться общенаучной и специальной литературой; владеть навыками по анализу конструкционных материалов для обоснованного выбора материалов и технологий их обработки для конкретного изделия;

*навыки:*

В области конструкторско-технологической подготовки производства объектов ракетной техники и разработки конструкторской и технологической документации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

| КУРС                | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц  | ВСЕГО | Аудиторные занятия<br>в контактной форме |        |                           | Самостоятельная<br>работа студентов | Формируемая<br>компетенция, % |       |        |
|---------------------|---------|---|-------|--|--------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------|--------|
|                     |         |   |       | ВСЕГО                                    | Лекции | Лабораторный<br>практикум |                                     | ПСК-7.5                       | ОПК-1 | ОПК-12 |
|                     |         |   |       |  |        |                           |                                     |                               |       |        |
| 2                   | 3       | <b>Раздел 1. Строение и свойства металлов и сплавов.</b> 1.1. Принципы классификации материалов. Общие требования к материалам. Эксплуатационные, технологические и экономические требования, предъявляемые к материалам. Деформация и разрушение металлов. Виды разрушения. Механические свойства металлов и сплавов, Методы испытаний механических свойств. 1.2. Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов. Дефекты кристаллического строения. Диффузия в кристаллическом теле, её влияние на свойства материалов. 1.3. Формирование структуры металлов и сплавов в процессе кристаллизации. Классификация структурных уровней металлов и сплавов. Методы исследования структуры материалов. Технологии формообразования заготовок и деталей. 1.4. Способы упрочнения и формообразования металлов и сплавов. Влияние пластической деформации на структуру и свойства материалов. Возврат и рекристаллизация. | 15    | 9  | 5      | 4                         | 6                                   | 10                            | 10    | 10     |
| 2                   | 3       | <b>Раздел 2. Строение сплавов.</b> 2.1. Типы взаимодействия компонентов в сплавах. Структура сплавов. 2.2. Понятия о диаграммах состояния сплавов. Методика их построения. Типы диаграмм состояния. Современные способы получения сплавов и технологий формообразования.  | 12    | 6  | 4      | 2                         | 6                                   | 10                            | 10    | 10     |
| 2                   | 3       | <b>Раздел 3. Железуглеродистые сплавы.</b> 3.1. Современные способы массового производства стали и чугуна. Структурные составляющие железуглеродистых сплавов. 3.2. Диаграмма состояния системы сплавов "Железо-углерод". 3.3. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства сталей. Современные способы получения высококачественных сталей. 3.4. Углеродистые стали. Классификация углеродистых сталей, принципы маркировки.   | 15    | 8  | 4      | 4                         | 7                                   | 15                            | 15    | 15     |
| 2                   | 3       | <b>Раздел 4. Термическая обработка стали.</b> 4.1. Общие сведения классификация видов термической обработки. 4.2. Фазовые превращения в сплавах железо-углерод. Превращения при нагреве ферритно-карбидной структуры в аустенит. Рост зерна аустенита. 4.3. Превращение переохлажденного аустенита в ферритно-цементитные структуры. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Перлитное превращение. 4.4. Мартенситное превращение и его особенности. Мартенсит, его строение, свойства. 4.5. Промежуточное (бейнитное) превращение. 4.6. Превращения при нагреве закалённой на мартенсит стали (отпуск мартенсита).   | 12    | 5  | 5      | 0                         | 7                                   | 15                            | 15    | 15     |
| 2                   | 3       | <b>Раздел 5. Технология термической обработки стали.</b> 5.1. Отжиг, его виды и назначение. 5.2. Закалка стали. Режимы закалки. Среда нагрева и охлаждения при закалке стали. Виды закалки. 5.3. Отпуск стали. Виды и назначение отпуска. 5.4. Термомеханическая обработка стали. Технологии формообразования и упрочнения.   | 13    | 6  | 4      | 2                         | 7                                   | 10                            | 10    | 10     |
| 2                   | 3       | <b>Раздел 6. Технологии поверхностного упрочнения стали.</b> 6.1. Поверхностная закалка стали. Лазерная и плазменная закалка. 6.2. Химико-термическая обработка стали: цементация, азотирование, ионное азотирование. нитроцементация. 6.3. Технологии нанесения тонкопленочных покрытий. лазерная химико-термическая обработка.  | 7     | 1  | 1      | 0                         | 6                                   | 10                            | 10    | 10     |
| 2                   | 3       | <b>Раздел 7. Теория легирования. Легированные стали.</b> 7.1. Легирующие элементы в стали, их влияние на превращения и свойства стали. Классификация легированных сталей. Принципы маркировки. Технологии производства высоколегированных сталей. 7.2. Конструкционные стали. Общая характеристика. Строительные стали. Машиностроительные цементуемые и улучшаемые стали. Высокопрочные стали. Пружинные стали. Шарикоподшипниковые стали. Технологии упрочнения, свойства и назначение.. 7.3. Инструментальные стали и сплавы. Состав, технологии упрочнения, свойства. Режущая керамика. Литейное производство. Литейные стали. 7.4. Коррозия металлов. Коррозионностойкие и окалиностойкие стали. 7.5. Жаропрочные стали. Основные критерии жаропрочности. Свойства, легирующие элементы, назначение. Сплавы на основе тугоплавких металлов.  | 13    | 7  | 4      | 3                         | 6                                   | 10                            | 10    | 10     |
| 2                   | 3       | <b>Раздел 8. Цветные металлы и сплавы.</b> 8.1. Обзор функциональных и механических свойств сплавов на основе алюминия, магния, меди, цинка и титана. Современные способы получения. Области их применения.   | 12    | 6  | 4      | 2                         | 6                                   | 10                            | 10    | 10     |
| 2                   | 3       | <b>Раздел 9. Неметаллические и композиционные материалы.</b> 9.1. Общая характеристика материалов на основе полимеров. Особенности строения, структуры, свойств. Стекло: неорганическое и органическое, ситаллы, металлические стекла. Полиморфные модификации углерода и нитрида бора. 9.2. Композиционные материалы. Классификация, общая характеристика. Волокнистые, слоистые, дисперсионно-упрочненные композиты. Состав, строение, технологии получения, свойства, применение.  | 9     | 3  | 3      | 0                         | 6                                   | 10                            | 10    | 10     |
| Всего за 3 семестр  |         |   | 108   | 51                                       | 34     | 17                        | 57                                  | 100                           | 100   | 100    |
| Всего по дисциплине |         |   | 108   | 51                                       | 34     | 17                        | 57                                  | 100                           | 100   | 100    |

### 3.2. Лабораторный практикум

| № п/п                     | Номер и наименование раздела дисциплины           | Тема лабораторного практикума  | Объем, ауд. часов |
|---------------------------|---|--|-------------------|
| 1                         | Раздел 1. Строение и свойства металлов и сплавов. | Лабораторная работа 2 "Определение механических свойств материалов. Методы определения твёрдости". Лабораторная работа 3 "Влияние пластической деформации на структуру и свойства материалов. Возврат и рекристаллизация". | 4                 |
| 2                         | Раздел 2. Строение сплавов.                       | Лабораторная работа 4 "Построение диаграмм состояния сплавов".   | 2                 |
| 3                         | Раздел 3. Железоуглеродистые сплавы.              | Диаграмма состояния системы сплавов "Железо-углерод" (контрольная работа). Лабораторная работа 5 "Изучение структуры углеродистых сталей и влияния углерода на их свойства".   | 4                 |
| 4                         | Раздел 5. Технология термической обработки стали. | Лабораторная работа 6 "Закалка и отпуск стали".  | 2                 |
| 5                         | Раздел 7. Теория легирования. Легированные стали. | Лабораторная работа 8 "Изучение структуры и свойств легированных сталей".  | 3                 |
| 6                         | Раздел 8. Цветные металлы и сплавы.               | Лабораторная работа 10 "Легирование, термическая обработка, структура и свойства титановых сплавов".   | 2                 |
| <b>Всего за 3 семестр</b> |   |  | <b>17</b>         |

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины               | Содержание учебного задания   | Объем, часов |
|-------|---|---|--------------|
| 1     | Раздел 1. Строение и свойства металлов и сплавов.     | 1. Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы. 2. Подготовка к защите лабораторной работы. 3. Самостоятельная проработка разделов курса.                                     | 6            |
| 2     | Раздел 2. Строение сплавов.                           | 1. Подготовка к защите лабораторной работы. 2. Самостоятельная проработка разделов курса.   | 6            |
| 3     | Раздел 3. Железоуглеродистые сплавы.                  | 1. Подготовка к контрольной работе. 2. Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы. 3. Подготовка к защите лабораторной работы. 4. Самостоятельная проработка разделов курса. | 7            |
| 4     | Раздел 4. Термическая обработка стали.                | 1. Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы. 2. Подготовка к защите лабораторной работы. 3. Самостоятельная проработка разделов курса.                                     | 7            |
| 5     | Раздел 5. Технология термической обработки стали.     | 1. Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы. 2. Подготовка к защите лабораторной работы. 3. Самостоятельная проработка разделов курса.                                     | 7            |
| 6     | Раздел 6. Технологии поверхностного упрочнения стали. | 1. Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы. 2. Подготовка к защите лабораторной работы. 3. Самостоятельная проработка разделов курса.                                     | 6            |
| 7     | Раздел 7. Теория легирования. Легированные стали.     | 1. Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы. 2. Подготовка к защите лабораторной работы. 3. Самостоятельная проработка разделов курса.                                     | 6            |

|                           |   |   |    |
|---------------------------|---|---|----|
| 8                         | Раздел 8. Цветные металлы и сплавы.                   | 1. Подготовка к защите лабораторной работы. 2. Самостоятельная проработка разделов курса. | 6  |
| 9                         | Раздел 9. Неметаллические и композиционные материалы. | 1. Самостоятельная проработка разделов курса.   | 6  |
| <b>Всего за 3 семестр</b> |   |   | 57 |

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| СЕМЕСТР | НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА |            |            |   |   |    |    |   |            |    |          |            |    |            |            |    |      |
|---------|-----------------|------------|------------|---|---|----|----|---|------------|----|----------|------------|----|------------|------------|----|------|
|         | 1               | 2          | 3          | 4 | 5 | 6  | 7  | 8 | 9          | 10 | 11       | 12         | 13 | 14         | 15         | 16 | 17   |
| 3       |                 | Отч. по ЛР | Отч. по ЛР |   |   | ДР | ОС |   | Отч. по ЛР | ДР | Контр.Р. | Отч. по ЛР | ОС | Отч. по ЛР | Отч. по ЛР | ДР | зач. |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- ОС – устный опрос студентов;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- зач. – зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- устный опрос студентов;
- контрольная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Г. А. Воробьева. . Конструкционные стали и сплавы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
2. Г. А. Воробьева. Конструкционные стали и сплавы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 63 экз.
3. Г. А. Воробьева, Е. Е. Складнова, Ю. А. Петренко. . Материаловедение. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 136 экз.
4. Е. Е. Складнова, Г. А. Воробьева, М. А. Преображенская. . Неметаллические материалы в машиностроении. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 44 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Деформация и разрушение материалов;
2. Металловедение и термическая обработка металлов.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
3. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
4. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

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

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Твердомеры Роквелла;
2. Стенды по технологии порошковой металлургии и технологии производства сплавов;
3. Оптические металлографические микроскопы;
4. Коллекции шлифов деформируемых сталей и сплавов.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-7.5 способен проводить расчетные работы для обеспечения прочности авиационных конструкций и безопасности ЛА;

ОПК-1 способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;

ОПК-12 способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием у студента компетенций в области материаловедения и технологии конструкционных материалов, необходимых для подготовки бакалавров, способных к созданию и использованию новых материалов с заданными свойствами, как в научных лабораториях, так и в условиях производства, а также в другой практической деятельности.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- устный опрос студентов;
- контрольная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

| Наименование работы   | Рекомендуемая литература  | Трудоемкость, час. |
|---|---|--------------------|
| <b>Раздел 1. Строение и свойства металлов и сплавов.</b>  |   |                    |
| 1. Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы. 2. Подготовка к защите лабораторной работы. 3. Самостоятельная проработка разделов курса.                                     | Г. А. Воробьева. . Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1-4)<br>Г. А. Воробьева, Е. Е. Складнова, Ю. А. Петренко. . Материаловедение: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1,2) | 6                  |
| Итого по разделу 1  |   | 6                  |
| <b>Раздел 2. Строение сплавов.</b>  |   |                    |
| 1. Подготовка к защите лабораторной работы. 2. Самостоятельная проработка разделов курса.   | Г. А. Воробьева, Е. Е. Складнова, Ю. А. Петренко. . Материаловедение: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (3)<br>Г. А. Воробьева. Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (5)       | 6                  |
| Итого по разделу 2  |   | 6                  |
| <b>Раздел 3. Железоуглеродистые сплавы.</b>   |   |                    |
| 1. Подготовка к контрольной работе. 2. Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы. 3. Подготовка к защите лабораторной работы. 4. Самостоятельная проработка разделов курса. | Г. А. Воробьева, Е. Е. Складнова, Ю. А. Петренко. . Материаловедение: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (4)<br>Г. А. Воробьева. Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (6,7)     | 7                  |
| Итого по разделу 3  |   | 7                  |
| <b>Раздел 4. Термическая обработка стали.</b>   |   |                    |
| 1. Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы. 2. Подготовка к защите лабораторной работы. 3. Самостоятельная проработка разделов курса.                                     | Г. А. Воробьева. Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (9)  | 7                  |
| Итого по разделу 4  |   | 7                  |

| <b>Раздел 5. Технология термической обработки стали.</b>  |   |   |
|---|---|---|
| 1. Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы. 2. Подготовка к защите лабораторной работы. 3. Самостоятельная проработка разделов курса. | Г. А. Воробьёва. Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (10)<br>Г. А. Воробьёва, Е. Е. Складнова, Ю. А. Петренко. .<br>Материаловедение: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (6)     | 7 |
| Итого по разделу 5  |   | 7 |
| <b>Раздел 6. Технологии поверхностного упрочнения стали.</b>  |   |   |
| 1. Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы. 2. Подготовка к защите лабораторной работы. 3. Самостоятельная проработка разделов курса. | Г. А. Воробьёва. Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (11)   | 6 |
| Итого по разделу 6  |   | 6 |
| <b>Раздел 7. Теория легирования. Легированные стали.</b>  |   |   |
| 1. Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы. 2. Подготовка к защите лабораторной работы. 3. Самостоятельная проработка разделов курса. | Г. А. Воробьёва, Е. Е. Складнова, Ю. А. Петренко. .<br>Материаловедение: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (8)<br>Г. А. Воробьёва. Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (12)     | 6 |
| Итого по разделу 7  |   | 6 |
| <b>Раздел 8. Цветные металлы и сплавы.</b>  |   |   |
| 1. Подготовка к защите лабораторной работы. 2. Самостоятельная проработка разделов курса.   | Г. А. Воробьёва, Е. Е. Складнова, Ю. А. Петренко. .<br>Материаловедение: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (10)<br>Г. А. Воробьёва. Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (16-19) | 6 |
| Итого по разделу 8  |   | 6 |
| <b>Раздел 9. Неметаллические и композиционные материалы.</b>  |   |   |
| 1. Самостоятельная проработка разделов курса.   | Е. Е. Складнова, Г. А. Воробьёва, М. А. Преображенская. .<br>Неметаллические материалы в машиностроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1,2)  | 6 |
| Итого по разделу 9  |   | 6 |

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- отчет по ЛР;
- контрольная работа;
- устный опрос студентов;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном или электронном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов, равное 10.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 1 до 5 являются:

- небрежное выполнение – 2 балла,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках) – 3 балла.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов измерений,
- неверные ответы на вопросы преподавателя, раскрывающие суть лабораторной работы.

Лабораторная работа зачитывается при получении студентом более 7 баллов.

#### Контрольная работа

Контрольная работа выполняется в письменной форме по теме "Диаграмма железа-углерода" в виде ответов на 10 вопросы теста. Перечень вопросов к тесту размещен в УМК дисциплины.

Контрольная работа считается выполненной в случае правильного изображения "Диаграммы железа-углерода" и при наличии в тесте 80% правильных ответов.

#### Устный опрос студентов

Опрос студентов проводится в форме устного ответа на вопросы по разделу. Вопросы к каждому разделу составлены согласно конспекту лекций и входят в состав УМК дисциплины.

#### Зачет

Для получения оценки "зачтено" необходимо выполнить все контрольные мероприятия, предусмотренных программой

УМК дисциплины (сдачи всех лабораторных работ и успешного написания контрольной работы), и дать не менее двух правильных ответа на три вопроса. В остальных случаях выставляется оценка «не зачтено».

Перечень вопросов для проведения зачёта входит в состав УМК дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

| КУРС                | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц          | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме |        |                        | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % |       |        | НАИМЕНОВАНИЕ<br>ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА |
|---------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|------------------------|----------------------------------|----------------------------|-------|--------|-------------------------------------|
|                     |         |   |       | ВСЕГО                                 | Лекции | Лабораторный практикум |                                  | ПСК-7.5                    | ОПК-1 | ОПК-12 |                                     |
|                     |         |   |       |                                       |        |                        |                                  |                            |       |        |                                     |
| 2                   | 3       | Раздел 1. Строение и свойства металлов и сплавов.     | 15    | 9                                     | 5      | 4                      | 6                                | 10                         | 10    | 10     | Отчет по ЛР                         |
| 2                   | 3       | Раздел 2. Строение сплавов.                           | 12    | 6                                     | 4      | 2                      | 6                                | 10                         | 10    | 10     | Отчет по ЛР                         |
| 2                   | 3       | Раздел 3. Железоуглеродистые сплавы.                  | 15    | 8                                     | 4      | 4                      | 7                                | 15                         | 15    | 15     | Отчет по ЛР, Контрольная работа     |
| 2                   | 3       | Раздел 4. Термическая обработка стали.                | 12    | 5                                     | 5      | 0                      | 7                                | 15                         | 15    | 15     | Устный опрос студентов              |
| 2                   | 3       | Раздел 5. Технология термической обработки стали.     | 13    | 6                                     | 4      | 2                      | 7                                | 10                         | 10    | 10     | Отчет по ЛР                         |
| 2                   | 3       | Раздел 6. Технологии поверхностного упрочнения стали. | 7     | 1                                     | 1      | 0                      | 6                                | 10                         | 10    | 10     | Устный опрос студентов              |
| 2                   | 3       | Раздел 7. Теория легирования. Легированные стали.     | 13    | 7                                     | 4      | 3                      | 6                                | 10                         | 10    | 10     | Отчет по ЛР                         |
| 2                   | 3       | Раздел 8. Цветные металлы и сплавы.                   | 12    | 6                                     | 4      | 2                      | 6                                | 10                         | 10    | 10     | Отчет по ЛР                         |
| 2                   | 3       | Раздел 9. Неметаллические и композиционные материалы. | 9     | 3                                     | 3      | 0                      | 6                                | 10                         | 10    | 10     | Устный опрос студентов              |
| Всего за 3 семестр  |         |   | 108   | 51                                    | 34     | 17                     | 57                               | 100                        | 100   | 100    |                                     |
| Всего по дисциплине |         |   | 108   | 51                                    | 34     | 17                     | 57                               | 100                        | 100   | 100    |                                     |

## Критерии оценивания

### ПСК-7.5

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Перечислить точечные дефекты в кристаллическом строении металлов и сплавов.
  - № 2 Определение термину «рекристаллизация». Описание стадий рекристаллизации.
  - № 3 Процесс постепенного накопления повреждений в материале под воздействием знакопеременных и циклических нагрузок, приводящих к образованию и развитию усталостных трещин – это...
  - № 4 Перечислить способы упрочнения материалов.
  - № 5 Механическая смесь двух и более компонентов, кристаллизующихся при постоянной температуре одновременно и обособленно друг от друга – это ...
  - № 6 Охарактеризовать тип сплава «химическое соединение».
  - № 7 Дать определение термину «сталь». Перечислить структурные составляющие стали.
  - № 8 Что можно определить в результате микроанализа?
  - № 9 Классификация углеродистых сталей
  - № 10 Перечислить структуры, образующиеся в результате диффузионного превращения аустенита.
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Металлом, работающим при отрицательных температурах, является...
    - металл, имеющий высокую прочность при комнатной температуре;
    - металл, имеющий высокую пластичность при комнатной температуре;
    - металл с решеткой ОЦК;
    - металл с решеткой ГЦК;
    - металл, имеющий высокие значения ударной вязкости при;
    - отрицательных температурах.
  - № 2 Макроструктура сплавов...
    - это размер, форма и взаимное расположение структурных составляющих;
    - формируется на стадии кристаллизации;
    - зависит от скорости охлаждения;
    - при медленном охлаждении расплава будет мелкое зерно;
    - мелкое зерно получают введением в расплав центров кристаллизации.
  - № 3 К неразрушающим методам контроля относятся методы при проведении которых определяются свойства...
    - KCU;
    - KCV;
    - HV;
    - HRC;
    - σ<sub>B</sub>.
  - № 4 Вид диаграммы состояния определяет характер изменения механических и физических свойств при образовании в твердом состоянии...
    - механических смесей - линейная зависимость в пределах свойств компонентов;
    - неограниченных твердых растворов - линейная зависимость свойств от состава в пределах свойств компонентов;



|      |  |
|------|--|
|      | <p>-ограниченных твердых растворов - криволинейная зависимость в этой области концентраций;</p> <p>-химического соединения компонентов с более высокими свойствами, чем свойства компонентов;</p> <p>-ограниченные твердые растворы на основе обоих компонентов - линейная зависимость свойств во всем диапазоне концентраций сплавов.</p> |
| № 5  | <p>Прочность стали можно повышать при...</p> <p>-изменении химического состава;</p> <p>-измельчении фаз;</p> <p>-изменении формы цементита;</p> <p>-увеличении размера зерен;</p>  |
| № 6  | <p>-повышая содержание фосфора.</p> <p>Упрочнение при термической обработке может быть получено для углеродистых конструкционных сталей...</p> <p>-закалкой в воде</p> <p>-закалкой и низким отпуском</p> <p>-закалкой и высоким отпуском</p> <p>-закалкой в масле</p>   |
| № 7  | <p>-закалкой и средним отпуском</p> <p>Диаграмма состояния позволяет качественно и количественно характеризовать...</p> <p>-механические свойства;</p> <p>-характер изменения механических свойств;</p> <p>-характер изменения всех технологических свойств;</p> <p>-характер изменения литейных свойств;</p>                              |
| № 8  | <p>-характер изменения всех физических свойств.</p> <p>Термоулучшением сталей называется...</p> <p>-закалка;</p> <p>-закалка+ отпуск 200 °С;</p> <p>-закалка+отпуск 500 °С;</p> <p>-закалка и отпуск, обеспечивающие повышение прочности при оптимальных значениях пластичности и ударной вязкости конструкционных сталей;</p>             |
| № 9  | <p>-закалка +отпуск 400 °С.</p> <p>Поверхностной закалке подвергаются стали...</p> <p>-среднеуглеродистые;</p> <p>-низкоуглеродистые;</p> <p>-высоколегированные;</p> <p>-высокоуглеродистые;</p>  |
| № 10 | <p>-с большой прокаливаемостью.</p> <p>Вредными элементами в стали являются ...</p>  |

- фосфор, сера, водород, кислород;
- марганец, кремний, водород;
- марганец, кремний, сера;
- марганец, кремний, кислород;
- хром, кремний.

#### ОПК-1

##### *Вопросы открытого типа:*

- № 1 Понятие «полиморфизм».
- № 2 Этапы первичной кристаллизации.
- № 3 Неоднородность по химическому составу по зонам металлического слитка – это...  
(УКАЖИТЕ СЛОВСОЧЕТАНИЕ В ИМЕНИТЕЛЬНОМ ПАДЕЖЕ).
- № 4 Механизм пластической деформации заключается в движении и размножении \_\_\_\_\_ (УКАЖИТЕ СЛОВО ВО МН. ЧИСЛЕ) с одновременным увеличением их плотности по кристаллографическим плоскостям.
- № 5 Свойства, которые определяются при испытаниях материалов под действием внешних нагрузок – это \_\_\_\_\_ свойства.
- № 6 Перечислить типы взаимодействия (тип сплава) в твёрдом состоянии компонентов в сплаве.
- № 7 Характеристика и свойства структурной составляющей «феррит».
- № 8 Возврат – это...
- № 9 От чего зависит назначение температуры нагрева стальной детали при проведении её термообработки?
- № 10 Какая структура образуется в результате перлитного превращения? Какова форма этой структуры?

##### *Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Кристаллическую решетку характеризуют...
  - элементарная кристаллическая ячейка
  - параметр решетки
  - плотность упаковки решетки
  - удельный вес металла
  - координационное число
  - размер атома металла
  - атомная масса элемента
  - плотность металла
- № 2 Монокристаллы металлов...
  - получают при больших скоростях охлаждения расплава
  - получают при охлаждении расплава, обеспечивающего рост только одного центра кристаллизации
  - имеют свойства не зависящие от направления исследования
  - анизотропны
  - имеют свойства отличающиеся от свойств того же
- № 3
  - поликристаллического металла
 Характеристики прочности металлов...
  - предел прочности

- физический предел текучести
- относительное удлинение
- ударная вязкость
- № 4 К технологиям массового и крупносерийного производства металлов относятся...
- металлургия
- порошковая металлургия
- осаждение из газовой фазы
- вакуумно-дуговой переплав
- селективное лазерное плавление
- № 5 Выполните соответствие вопроса и правильного ответа.
- 1-Как называются сплавы, содержащие до 6,67% углерода?
- 2-При какой концентрации углерода в сплаве структура сплава будет только ледебурит?
- 3-Ледебуритом называется...
- 4-Какая фаза, входящая в состав ледебурита является твердым раствором углерода в железе-гамма?
- 5-Какая фаза, входящая в состав ледебурита является химическим соединением?
- А-4,3%C
- Б- аустенит
- В-чугуны
- Г-цементит
- Д-механическая смесь аустенита и цементита, при концентрации C=4,3%
- Е-сталь
- Ж-твёрдый раствор углерода в железе-альфа.
- № 6 Ликвация – это...
- химическая неоднородность сплава
- наблюдается только в пределах отливки (слитка)
- наблюдается в пределах дендрита
- негативно влияет на механические свойства сплава
- дендритная ликвация не устраняется
- ликвация по удельному весу в слитке устраняется отжигом
- наблюдается при образовании механических смесей
- наблюдается при образовании химического соединения
- № 7 Конструкционные углеродистые стали по качеству подразделяются на...

- обыкновенного качества с содержанием S,P менее или равно 0,1%
  - качественные стали - S,P менее 0,04 и 0,035%
  - высококачественные содержащие менее 0,035%S,P
  - особо высококачественные
- № 8 Введение в сталь легирующих элементов может изменять/обеспечивать...
- механические свойства в желаемом направлении
  - физико- химические свойства при содержании 1-2%
  - технологические свойства
- № 9 Термическая обработка может обеспечить упрочнение...
- для любых сплавов
  - сплавов, в которых протекают полиморфные превращения
  - сплавов, в которых протекают фазовые превращения
  - сплавов, в которых протекают полиморфные и фазовые превращения
- № 10 Средой охлаждения при закалке стали 40ХНМА на структуру мартенсит может быть...
- вода
  - водовоздушная смесь
  - масло
  - водный раствор солей
  - высокоскоростные струи азота при высоком давлении
- ОПК-12**
- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Какие три зоны имеются в строении металлического слитка, полученного литьём?
- № 2 Что можно определить в результате макроанализа?
- № 3 Внутреннее строение металлов и сплавов, изучаемое с помощью специальных приборов (микроскопов) при большом увеличении изображения –это ...
- № 4 Группа свойств, характеризующих способность материалов вступать в химическое взаимодействие с другими веществами и химическими элементами – это \_\_\_\_\_ свойства.
- № 5 Обратимая деформация, т.е. полностью исчезающая после снятия нагрузки – это \_\_\_\_\_ деформация.
- № 6 Количественные характеристики пластичности (указать наименование, обозначение, размерность).
- № 7 В зависимости от концентрации компонентов в сплаве различают два вида твёрдых растворов:
- № 8 Дать определение термину «чугун». Перечислить структурные составляющие чугунов.
- № 9 От чего зависит время выдержки стальной детали при термической обработке?
- № 10 Перлит, сорбит, тростит: что общего и в чем они между собой отличаются?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 В металлах наблюдаются дефекты кристаллического строения...
- линейные - дислокации;

- точечные - вакансии;
  - точечные - цепочки вакансий;
  - поверхностные - только поверхность металла;
  - поверхностные - только границы зерен.
- № 2 Технологические свойства сплавов...
- обрабатываемость давлением;
  - обрабатываемость резанием;
  - теплопроводность;
  - коррозионная стойкость;
  - свариваемость.
- № 3 Для соединения деталей в серийном производстве используется...
- сварка;
  - механическое соединение;
  - литье;
  - пайка;
  - заклепки.
- № 4 Сплавы системы железо-углерод(C) при содержании C это...
- стали при менее 2,14%C;
  - эвтектический сплав при 0,8%C;
  - эвтектоидная сталь при 4,3%C;
  - деформируемые сплавы при менее 2,14%C;
  - только литейные сплавы при содержании более 3%C.
- № 5 Наиболее высокие значения прочности стали 40 могут быть получены при...
- отжиге;
  - нормализации выше, чем при отжиге;
  - закалке с охлаждением в воде;
  - закалке с охлаждением в масле;
  - закалке с охлаждением в потоке воздуха.
- № 6 Диаграмма состояния сплавов...
- строится в координатах температура - время;
  - строится в координатах температура - концентрация;
  - позволяет определить твердость фаз;
  - качественно и количественно определяет состав фаз;
  - характеризует превращения, протекающие в равновесных условиях.
- № 7 Выплавка стали в настоящее время в промышленности производится...
- в кислородном конвертере;

- в дуговых электропечах - стали с углеродом менее 0,03%;
  - в дуговых электропечах высоколегированные стали;
  - в индукционных печах только высоколегированные низкоуглеродистые стали;
  - в кислородном конвертере стали, содержащие 10-18% вольфрама.
- № 8 Наличие буквы «А» в конце марки обозначает, что сталь...
- автоматная;
  - содержит азот;
  - высококачественная;
  - высокопрочная;
- № 9 Среди ниже перечисленных высокоуглеродистой сталью является...
- 12X17;
  - У12А;
  - 12Х18Н9Т;
  - 12ХН3А;
- № 10 -Ст1кп.  
Пересыщенным твердым раствором внедрения углерода в альфа-железе, полученным при охлаждении стали со структурой аустенита со скоростью больше критической, называется...
- цементит;
  - перлит;
  - феррит;
  - мартенсит;
  - ледебурит.