

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Парлюк Екатерина Петровна  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 17.07.2023 11:02:21  
Уникальный программный ключ:  
7823a3d3181287ca51a88e37e1779345b45



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики им. В.П. Горячкина  
кафедра Материаловедение и технология машиностроения

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. директора института механики и  
энергетики им. В.П. Горячкина  
Игнаткин И.Ю.  
“ 17 ” 2023 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.18. Материаловедение

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 23.03.03. Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленности:

- Автомобили и автомобильное хозяйство
- Сервис транспортных и технологических машин и оборудования

Курс 2

Семестр 3

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021 г.

Москва, 2021

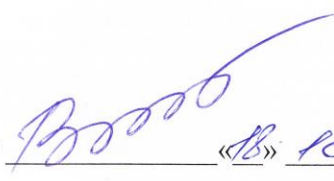
Разработчики:

Балькова Т.И., к.т.н., доцент



«2» 9 2021.

Рецензент Корнеев В.М., к.т.н., доцент



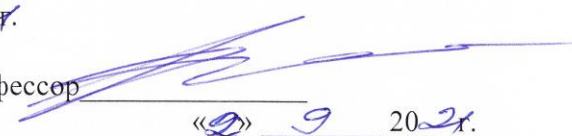
«18» 10 2021.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.03. Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Программа обсуждена на заседании кафедры «Материаловедение и технология машиностроения»

протокол № 1 от «2» 9 2021.

Зав. кафедрой Гайдар С.М., д.т.н., профессор



«9» 9 2021.

**Согласовано:**

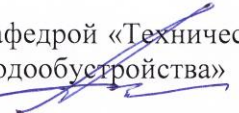
Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики

протокол № 3 от 18.10 2021.



Заведующий выпускающей кафедрой «Технической эксплуатации технических машин и оборудования природообустройства»

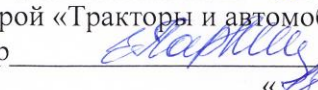
Апатенко А.С., д.т.н., доцент



«18» 10 2021.

Заведующий выпускающей кафедрой «Тракторы и автомобили»

Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор



«18» 10 2021.

Зав.отделом комплектования ЦНБ



<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....</b>	<b>6</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>7</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	9
ПО СЕМЕСТРУ .....	
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	16
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>23</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>24</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	24
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	34
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>35</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	35
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	35
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	36
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	36
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....</b>	<b>36</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>37</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>38</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>41</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	42
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>42</b>

## АННОТАЦИЯ

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.18. «Материаловедение»**  
для подготовки бакалавров по направлению  
23.03.03. Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов,  
направленности:  
Автомобили и автомобильное хозяйство,  
Сервис транспортных и технологических машин и оборудования

**Целью** освоения дисциплины «Материаловедение» является освоение студентами теоретических и практических знаний, необходимых для обоснованного выбора материалов и способов их обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали, а также разработки технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов.

**Место дисциплины в учебном процессе:** дисциплина «Материаловедение» включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 23.03.03. Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): УК-1 (УК-1.2; УК-1.3), ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2).

Краткое содержание дисциплины: изучается в течение одного семестра. Дисциплина даёт студентам представления об основных материалах, используемых в машиностроении, их свойствах и строении. Знакомит студентов с основами термообработки материалов, технологиями и средствами упрочнения материалов, а также с методами обработки материалов. Полученные знания позволяют сделать правильный выбор материала, видов и режимов термической обработки, методов упрочнения и сварки. Полученные в ходе освоения данной дисциплины знания являются базовыми для изучения ряда профессиональных

дисциплин и необходимы для дальнейшей подготовки специалистов. Представления о свойствах и строении материалов, способах обработки и применяемых инструментах и оборудовании являются основой для конструирования и производства деталей и механизмов любого назначения, а также для оценки и управления их качеством.

Общая трудоёмкость составляет 3 з.е. единицы (108 ч).

Промежуточный контроль: зачёт с оценкой.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

*Целью* освоения дисциплины «Материаловедение» является освоение студентами теоретических и практических знаний, необходимых для обоснованного выбора материалов и способов их обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали, а также разработки технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов.

*Задачи освоения дисциплины:* знакомство с основными и перспективными классами конструкционных и инструментальных материалов, изучение и практическое освоение основ теории и технологии термической обработки, методов и технических средств упрочнения деталей с.-х. техники, обработки металлов давлением, сварки и пайки; основ литейного производства.

В результате изучения дисциплины «Материаловедение» студент *должен:*

**знать** классификацию конструкционных и инструментальных материалов, основные методы изучения структуры, свойств и состава материалов, а также закономерности их изменения и взаимного влияния, методы дефектоскопии технологических процессов и контроля качества отливок, поковок и сварных соединений, основные классы конструкционных материалов, заготовительные технологии машиностроительного производства, технологию (методы) термической обработки материалов и технологии их упрочнения, а также осно-

вы утилизации отходов и вышедших из строя деталей и машин, основные формы и правила оформления технической документации на процессы обработки материалов.

*уметь* анализировать данные полученные при микро-, макроанализе, механических испытаниях материалов, на различных этапах их жизненного цикла, делая соответствующие выводы о качестве материалов и проводимых процессах, выбирать рациональный вид заготовки для производства изделия или метод её получения, термической и/или упрочняющей обработки, и соответствующий этапу жизненного цикла метод контроля качества материала и/или технологического процесса обработки, проводить механические, металлографические испытания материалов, разрабатывать технологии процессов термической обработки и обработки резанием, производить расчёт параметров и назначать режимы термической обработки

*владеть* навыками обращения с лабораторным и испытательным оборудованием для проведения анализа, структуры и свойств материалов, а также обработки полученной информации, приёмами, оформления технической документации на процессы получения и обработки деталей, а также контроля их качества, и назначением необходимых технических требований, с учётом особенностей и возможностей применяемых технологий, методами контроля качества данных процессов

Знания, умения и навыки, получаемые в результате изучения дисциплины «Материаловедение», необходимы для последующего изучения специальных дисциплин и дальнейшей их практической деятельности в области производственно-технологических систем.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина «Материаловедение» включена в перечень дисциплин специализации обязательной части учебного плана. Дисциплина Б1.О.18. «Материаловедение» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО и Учеб-

ного плана по направлению 23.03.03. Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, направленности подготовки: «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования». Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, являются:

1. Математика (1 курс): основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры и аналитической геометрии, теории вероятности и теории математической статистики, статистических методов обработки экспериментальных данных.

2. Физика (1 курс): физические основы механики; электричество и магнетизм.

3. Химия(1 курс): основные понятия и законы химии.

4. Теоретическая механика (1 курс): понятия о силах, действующих на материалы в механизмах.

5. Учебная технологическая практика (1 курс): навыки работы с металлообработкой, и металлообрабатывающим оборудованием и инструментом.

Дисциплина «Материаловедение» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: метрология, детали машин и основы конструирования, тракторы и автомобили, эксплуатационные материалы.

Особенностью дисциплины является необходимость ее изучения независимо от профиля инженерной подготовки. Она охватывает глобальные вопросы, связанные со строением, структурой, свойствами, способами получения материалов, а также разработкой технологий их упрочнения.

Рабочая программа дисциплины «Материаловедение» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине материаловедение, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

#### Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п / п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	<b>УК-1</b>	УК-1.2 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Способы анализа информации, необходимой для решения поставленных задач	Находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи	Способами анализа информации, необходимыми для решения поставленных задач
		УК-1.3 Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	Возможные варианты решения задач	Оценивать достоинства и недостатки возможных вариантов решения задач	Возможными вариантами решения задач и способами оценки их достоинств и недостатков
2	<b>ОПК-1</b>	способностью разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования	Основные классы конструкционных материалов, заготовительные технологии машиностроительного производства, технологию (методы) термической обработки материалов и технологии их упрочнения, а также основы	Выбирать рациональный вид заготовки для производства изделия или метод её получения, термической и/или упрочняющей обработки, и соответствующий этапу жизненного цикла метод контроля качества материала и/или технологического про-	Приёмами, обработки информации и оформления технической документации на процессы получения и обработки деталей, а также контроля их качества, и назначением необходимых технических требований, с учётом особенностей и возможностей применяемых технологий



			утилизации отходов и вышедших из строя деталей и машин	цесса обработки	
3	ОП К-3	ОПК-3.1 Использует современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности	классификацию конструкционных и инструментальных материалов, а также способы их упрочнения и обработки, основные формы и правила оформления технической документации на процессы обработки материалов.	проводить механические, металлографические испытания материалов, разрабатывать технологии процессов термической обработки и обработки резанием, производить расчёт параметров и назначать режимы термической обработки	методами исследования структуры и свойств материалов, а также методами упрочняющей и термической обработки, методами контроля качества данных процессов
		ОПК-3.2 под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований, процессов и испытаниях в профессиональной деятельности			

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общий объём дисциплины «Материаловедение» 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2. В учебном плане предусмотрены аудиторские лекционные, практические занятия и самостоятельная работа студентов. Формой контроля знаний студентов и усвоения материала дисциплины «Материаловедение» является - зачёт.

#### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. семестр № 3
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>50,35</b>	<b>50,35</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>12,25</b>	
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	34	34
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>57,65</b>	<b>57,65</b>
<i>Контрольная работа</i>	10	10
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим работам)</i>	43,65	43,65
<i>Подготовка к зачету</i>	4	4
Вид промежуточного контроля:		зачет с оценкой

## 4.2. Содержание дисциплины

Содержание дисциплины «Материаловедение» представлено в табл. 3.

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
Раздел 1. Введение. Основы теории сплавов. Тема 1. Предмет и методы изучения науки. Тема 2. Конструкционные материалы. Тема 3. Основные виды сплавов. Тема 4. Диаграммы состояния двойных сплавов.	22	4	4		14
Раздел 2. Железоуглеродистые сплавы.  Тема 1. Диаграмма состояния железо-цементит.	18	2	4		12
Раздел 3. Термическая обработка сталей. Тема 1. Основы теории термической обработки стали. Тема 2. Превращения аустенита при различных степенях его переохлаждения. Тема 3. Технологии термической обработки сталей.	16	2	6		8
Раздел 4. Легированные стали и сплавы Тема 1. Легирующие элементы и их влияние на свойства стали. Тема 2. Легированные стали. Тема 3. Коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали. Тема 4. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.	12	2	4		6
Раздел 5. Методы поверхностного упрочнения металлов и сплавов. Тема 1. Холодное пластическое деформирование (ХПД). Тема 2. Химико-термическая обработка (ХТО). Тема 3. Закалка токами высокой частоты.	16	2	8		6

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
ты (ТВЧ).1 Тема 4. Технологии локального упрочнения.					
Раздел 6. Сплавы на основе цветных металлов. Тема 1. Цветные металлы. Тема 2. Алюминий и его сплавы. Тема 3. Медь и её сплавы. Тема 4. Антифрикционные сплавы.	16	2	8		6
Раздел 7. Неметаллические, композиционные и наноматериалы. Тема 1. Полимерные материалы. Тема 2. Композиционные материалы. Тема 3. Наноматериалы.	7,65	2			5,65
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35			0,35	
<b>Всего за семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>0,35</b>	<b>57,65</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>0,35</b>	<b>57,65</b>

## **Раздел 1. Введение. Основы теории сплавов.**

### **Тема 1. Предмет и методы изучения науки.**

Предмет изучения. Что и как изучает наука «Материаловедение».

Методы изучения строения и свойств материалов (механические испытания, макро- и микроанализ).

### **Тема 2. Конструкционные материалы.**

Классификация конструкционных материалов.

Определение основных классов конструкционных материалов.

Кристаллизация металлов. Кристаллическое строение металлов (полиморфизм, анизотропия). Основные типы кристаллических решёток.

Дефекты кристаллического строения (точечные, линейные и объёмные).

### **Тема 3. Основные виды сплавов.**

Понятия: система, сплав, компонент, фаза, структура.

Способы получения сплавов.

Виды сплавов: механические смеси, твёрдые растворы, химические соединения.

### **Тема 4. Диаграммы состояния двойных сплавов.**

Методы построения диаграммы состояния сплавов экспериментальным путём и анализ их основных типов. Правило отрезков. Связь между типом диаграммы состояния и свойствами по Н.С.Курнакову.

## **Раздел 2. Железоуглеродистые сплавы.**

### **Тема 1. Диаграмма состояния железо-цементит.**

Компоненты железоуглеродистых сплавов (железо, углерод). Фазы железоуглеродистых сплавов (жидкая, аустенит, феррит, цементит, графит). Структуры железоуглеродистых сплавов (перлит, ледебурит, ледебурит перестроенный). Диаграмма состояния железо-цементит, линии и критические точки диаграммы. Стали, чугуны (классификация, маркировка и свойства).

### **Раздел 3. Термическая обработка сталей.**

#### **Тема 1. Основы теории термической обработки стали.**

Критические точки при нагреве и охлаждении в стали. Превращения при нагреве в стали. Превращения аустенита при охлаждении. Степень переохлаждения аустенита. Диаграмма изотермического превращения аустенита (ДИПА). Методика построения ДИПА, области, линии, фазы и структуры.

#### **Тема 2. Превращения аустенита при различных степенях его переохлаждения.**

Диффузионное (перлитное) превращение.

Продукты перлитного превращения (перлит, сорбит, троостит).

Промежуточное (бейнитное) превращение переохлажденного аустенита.

Бездиффузионное (мартенситное) превращение переохлажденного аустенита. Критическая скорость охлаждения. Мартенсит.

#### **Тема 3. Технологии термической обработки сталей.**

Понятие термической обработки. Основные параметры термообработки. Закалка (непрерывная закалка, прерывистая закалка, ступенчатая закалка, изотермическая закалка). Обработка холодом. Отпуск (низкий, средний, высокий). Улучшение. Нормализация. Отжиг. Отжиг первого рода (диффузионный, рекристаллизационный). Отжиг второго рода (полный, неполный, изотермический).

## **Раздел 4. Легированные стали и сплавы.**

### **Тема 1. Легирующие элементы и их влияние на свойства стали.**

Основные легирующие элементы в сталях и чугунах. Влияние легирующих элементов на свойства сталей. Влияния легирующих элементов на превращения в стали. Обозначение легирующих элементов в сталях.

### **Тема 2. Легированные стали.**

Основные классы легированных сталей по назначению. Конструкционные стали: строительные, для холодной штамповки, цементируемые, улучшаемые, пружинно-рессорные, шарикоподшипниковые, жаростойкие, жаропрочные, износостойкие, автоматные. Инструментальные стали.

### **Тема 3. Коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали.**

Коррозия. Способы защиты от коррозии. Хромистые нержавеющие стали. Хромоникелевые нержавеющие стали.

### **Тема 4. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.**

Шарикоподшипниковые стали. Особенности работы и термической обработки

Жаростойкость и жаропрочность. Жаростойкие, жаропрочные стали.

Износостойкие стали сплавы.

## **Раздел 5. Методы поверхностного упрочнения металлов и сплавов.**

### **Тема 1. Холодное пластическое деформирование (ХПД).**

Упрочнение деталей ХПД (наклёп). Механизм упрочнения, изменение механических свойств при ХПД. Технологии деформационного упрочнения. Рекристаллизация.

### **Тема 2. Химико-термическая обработка (ХТО).**

Разновидности ХТО. Последовательность этапов проведения ХТО. Цементация, азотирование, нитроцементация (цианирование), технологии и свойства получаемых слоёв. Диффузионная металлизация.

### **Тема 3. Закалка токами высокой частоты (ТВЧ).**

Электромагнитная индукция. Индукционный нагрев. Закалка ТВЧ. Технология, оборудование и режимы закалки ТВЧ. Свойства получаемых слоёв.

### **Тема 4. Технологии локального упрочнения.**

Газопламенная закалка. Электромеханическая обработка (ЭМО), технология, оборудование, режимы, получаемые структуры. Лазерная закалка. Электроискровое легирование.

## **Раздел 6. Сплавы на основе цветных металлов.**

### **Тема 1. Цветные металлы.**

Характерные особенности цветных металлов.

### **Тема 2. Алюминий и его сплавы.**

Алюминий. Сплавы на основе алюминия (деформируемые, литейные, не упрочняемые термообработкой, упрочняемые термообработкой). Диаграмма состояния алюминий-медь (области и фазы диаграммы), строение сплавов и микроструктура. Термическая обработка дуралюминов (закалка и старение). Диаграмма состояния алюминий-кремний (области и фазы диаграммы), строение силуминов и их микроструктура.

### **Тема 3. Медь и её сплавы.**

Чистая медь. Латунь. Бронзы. Маркировка сплавов на основе меди, их микроструктура и применение.

### **Тема 4. Антифрикционные сплавы.**

Подшипники скольжения. Подшипники качения. Принцип Шарпи и второй вариант рабочей структуры подшипников скольжения. Антифрикционные сплавы (антифрикционные чугуны, баббиты, антифрикционные бронзы)

## **Раздел 7. Неметаллические, композиционные и наноматериалы.**

### **Тема 1. Полимерные материалы.**

Пластмассы (термопластичные и термореактивные пластмассы). Применение. Понятие о методах переработки пластмасс в изделия. Резинотехнические материалы. Искусственные каменные материалы.

### **Тема 2. Композиционные материалы.**

Композиты. Понятие матрицы и наполнителя. Дисперсно-упрочнённые композитные материалы. Волокнистые композитные материалы (с одно-,

дву-, и трёхосным расположением армирующих волокон). Композитные материалы на полимерной основе.

### Тема 3. Наноматериалы.

Определение наноматериалов. Применение.

#### 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

#### Лекции и лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных работ	Вид контрольного мероприятия	Формируемые компетенции	Кол-во часов
1	2	3	4	5	6
<b>Раздел 1. Введение. Основы теории сплавов.</b>					
1	Тема 1. Предмет и методы изучения науки.	Лекция №1. Введение в дисциплину. Классификация и свойства материалов. Основы теории сплавов.		УК 1.2, 1.3	4
	Тема 2. Конструкционные материалы.	Лабораторная работа № 1 Понятия макро- и микроструктурного анализа металлов. Основные механические свойства. Определение твердости металлов	Защита работы, Устный опрос	ОПК 1.1, 1.2	2
	Тема 3. Основные виды сплавов. Тема 4. Диаграммы состояния двойных сплавов.	Лабораторная работа № 2 Методика построения диаграмм состояния двойных сплавов. Правило Курнакова Н.С	Защита работы, Устный опрос	ОПК 3.1, 3.2	2
<b>Раздел 2. Железоуглеродистые сплавы.</b>					
2	Тема 1. Диаграмма состояния железо-цементит.	Лекция №2. Железоуглеродистые сплавы		УК 1.2, 1.3	2
		Лабораторная работа № 3 Диаграмма состояния сплавов железо-цементит. Микроанализ углеродистых сталей и чугунов в равновесном состоянии	Защита работы, Устный опрос	ОПК 1.1, 1.2	2
		Лабораторная работа № 4 Классификация и маркировка чёрных сплавов	Защита работы, Устный опрос	ОПК 3.1, 3.2	2
<b>Раздел 3. Термическая обработка сталей</b>					
3	Тема 1. Основы теории термической обработки стали. Тема 2. Превращения аустенита при различных степенях его	Лекция №3. Термической обработки сталей		УК 1.2, 1.3	2
		Лабораторная работа № 5 Построение и анализ диаграммы изотермического превращения аустенита	Защита работы, Устный опрос	ОПК 1.1, 1.2	2
		Лабораторная работа № 6 Термическая обработка углеродистых сталей	Защита работы, Устный опрос	ОПК 3.1, 3.2	4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных работ	Вид контрольного мероприятия	Формируемые компетенции	Кол-во часов
1	2	3	4	5	6
	переохлаждения. Тема 3. Технологии термической обработки сталей.				
<b>Раздел 4. Легированные стали и сплавы.</b>					
4	Тема 1. Легирующие элементы и их влияние на свойства стали. Тема 2. Легированные стали. Тема 3. Коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали. Тема 4. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.	Лекция №4. Легированные стали и сплавы.		УК 1.2, 1,3	2
		Лабораторная работа № 7 Микроанализ термически обработанных деталей сельскохозяйственных машин	Защита работы, Устный опрос	ОПК 1.1, 1.2	4
<b>Раздел 5. Методы поверхностного упрочнения металлов и сплавов.</b>					
5	Тема 1. Холодное пластическое деформирование (ХПД). Тема 2. Химико-термическая обработка (ХТО). Тема 3. Закалка токами высокой частоты (ТВЧ). Тема 4. Технологии локального упрочнения.	Лекция № 5. Методы поверхностного упрочнения металлов и сплавов.		УК 1.2, 1,3	2
		Лабораторная работа № 8 Влияние холодной пластической деформации и рекристаллизации на структуру и свойства металлов	Защита работы, Устный опрос	ОПК 1.1, 1.2	8



№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных работ	Вид контрольного мероприятия	Формируемые компетенции	Кол-во часов
1	2	3	4	5	6
<b>Раздел 6. Сплавы на основе цветных металлов.</b>					
6	Тема 1. Цветные металлы. Тема 2. Алюминий и его сплавы. Тема 3. Медь и её сплавы. Тема 4. Антифрикционные сплавы.	Лекция № 6. Цветные металлы и сплавы		УК 1.2, 1.3	2
		Лабораторная работа № 9 Классификация и маркировка цветных сплавов	Защита работы, Устный опрос	ОПК 1.1, 1.2	4
		Лабораторная работа № 10 Микроанализ цветных и антифрикционных сплавов	Защита работы, Устный опрос	ОПК 3.1, 3.2	4
<b>Раздел 7. Неметаллические, композиционные и наноматериалы.</b>					
8	Тема 1. Полимерные материалы. Тема 2. Композиционные материалы. Тема 3. Наноматериалы.	Лекция № 7. Неметаллические, композиционные и наноматериалы.		УК 1.2, 1.3	2

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Введение. Основы теории сплавов</b>		
1	Тема 1. Предмет и методы изучения науки. Тема 2. Конструкционные материалы. Тема 3. Основные виды сплавов. Тема 4. Диаграммы состояния двойных сплавов.	Зависимость прочности металлов от плотности дислокаций. Научные пути повышения прочности конструкционных материалов. Методы повышения прочности путём увеличения или снижения плотности дислокаций. Ликвация серы. Метод Баумана. Устройство металлографического микроскопа. Методы определения твёрдости по Виккерсу и Шору. Минералогическая шкала твёрдости Мооса, десять классов твёрдости. Измерение твёрдости портативными твёрдомерами. (УК 1.2., УК 1.3, ОПК 1.2, ОПК 1.3, ОПК 3.1, ОПК 3.2)
		Типы кристаллических решёток металлов. Диаграммы тройных сплавов. Диаграммы с перитектическим превращением. Диаграмма состояния сплавов с полиморфным превращением одного из компонентов. (УК 1.2., УК 1.3, ОПК 1.2, ОПК 1.3, ОПК 3.1, ОПК 3.2)
<b>Раздел 2. Железоуглеродистые сплавы</b>		
2	Тема 1. Диаграмма	Перитектическое превращение на диаграмме железо-цементит.

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	состояния железо-цементит	Диаграмма состояния железо-графит. Антифрикционные, вермикулярные, износостойкие чугуны: маркировка, микроструктура и свойства. (УК 1.2., УК 1.3, ОПК 1.2, ОПК 1.3, ОПК 3.1, ОПК 3.2)
<b>Раздел 3. Термическая обработка сталей</b>		
3	Тема 2. Превращения аустенита при различных степенях его переохлаждения	Промежуточное или бейнитное превращение переохлажденного аустенита. Влияние легирующих элементов на линии диаграммы изотермического превращения аустенита. Зависимость механических свойств сталей от степени переохлаждения аустенита. (УК 1.2., УК 1.3, ОПК 1.2, ОПК 1.3, ОПК 3.1, ОПК 3.2)
4	Тема 3. Технологии термической обработки сталей	Обработка холодом. Виды закалки. Изотермическая закалка. Закалка с самоотпуском. Улучшение. Отжиг первого и второго рода. (УК 1.2., УК 1.3, ОПК 1.2, ОПК 1.3, ОПК 3.1, ОПК 3.2)
<b>Раздел 4. Легированные стали и сплавы</b>		
5	Тема 3. Коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали	Коррозия. Феттинг-коррозия. Межкристаллитная коррозия. (УК 1.2., УК 1.3, ОПК 1.2, ОПК 1.3, ОПК 3.1, ОПК 3.2)
6	Тема 4. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами	Сплавы с эффектом памяти форм. Магнитотвердые сплавы. Магнитомягкие сплавы. Сплавы с особенностями электросопротивления. (УК 1.2., УК 1.3, ОПК 1.2, ОПК 1.3, ОПК 3.1, ОПК 3.2)
<b>Раздел 5. Методы поверхностного упрочнения металлов и сплавов</b>		
7	Тема 1. Холодное пластическое деформирование (ХПД).	Поверхностное пластическое деформирование (ППД). Ударное ППД. Вибрационное ППД. Ультразвуковое ППД. Гидравлическое ППД. Пневматическое ППД. Совмещенное ППД. Комбинированное ППД. Сглаживание. Упрочняющее накатывание. Сглаживающее накатывание. Формообразующее накатывание. Дробеобразивная обработка. Выглаживание. (УК 1.2., УК 1.3, ОПК 1.2, ОПК 1.3, ОПК 3.1, ОПК 3.2)
8	Тема 2. Химико-термическая обработка.	В каких случаях проводится поверхностное упрочнение? Последовательность этапов химико-термической обработки (ХТО). Атомами, каких элементов происходит насыщение поверхности при диффузионной металлизации?
9	Тема 4. Технологии локального упрочнения.	Электромеханическая обработка (ЭМО), технология, оборудование, режимы, получаемые структуры. Лазерная закалка. Электроискровое легирование. (УК 1.2., УК 1.3, ОПК 1.2, ОПК 1.3, ОПК 3.1, ОПК 3.2)
<b>Раздел 6. Сплавы на основе цветных металлов.</b>		
10	Тема 1. Цветные металлы.	Никель первичный. Никелевые сплавы. Титан технический. Титановый литейный сплав. Титановый деформируемый сплав. Цинк первичный. Цинковый деформируемый сплав. Цинковый антифрикционный сплав. (УК 1.2., УК 1.3, ОПК 1.2, ОПК 1.3, ОПК 3.1, ОПК 3.2)
11	Тема 2. Алюминий и его сплавы.	Алюминиевые деформируемые сплавы. Алюминиевые антифрикционные сплавы. Алюминиевые литейные сплавы. (УК 1.2., УК 1.3, ОПК 1.2, ОПК 1.3, ОПК 3.1, ОПК 3.2)
<b>Раздел 7. Неметаллические, композиционные и наноматериалы.</b>		
13	Тема 2. Композиционные материалы.	Стекловолокниты. Карбо-волокниты. Бороволокниты. Органоволокниты. Технологии производства композитных материалов: контактное формование, напыление, пултрузия, намотка, прессование, технология SMC, метод RTM (Resin Transfer Moulding). (УК 1.2., УК 1.3, ОПК 1.2, ОПК 1.3, ОПК 3.1, ОПК 3.2)

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
14	Тема 3. Наноматериалы.	Аллотропные состояния углерода: алмаз, графит, лонсдейлит, фуллерен — бакибол C <sub>60</sub> , фуллерен C <sub>540</sub> , фуллерен C <sub>70</sub> , аморфный углерод, углеродная нанотрубка. Хиральность нанотрубок. Пиподы. (УК 1.2., УК 1.3, ОПК 1.2, ОПК 1.3, ОПК 3.1, ОПК 3.2)

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Примеры применения активных и интерактивных образовательных технологий («Материаловедение»)

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
			Ч
1.	Понятия макро- и микроструктурного анализа металлов. Основные механические свойства. Определение твердости металлов	Лаб	Технология проблемного обучения. Проблемное изложение, Практическая работа, эвристическая беседа при решении проблемных ситуаций
2.	Железоуглеродистые сплавы	Л	Объяснительно-иллюстративная технология: лекция, демонстрация слайд-презентаций, видеofilьмов, лекция с заранее запланированными ошибками
3.	Термическая обработка сталей	Л	Объяснительно-иллюстративная технология: лекция, демонстрация слайд-презентаций, видеofilьмов, лекция с заранее запланированными ошибками
4.	Цветные металлы и сплавы	Л	Объяснительно-иллюстративная технология: лекция, демонстрация слайд-презентаций, видеofilьмов, лекция с заранее запланированными ошибками

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

#### Вопросы к защите практических работ.

#### Работа № 1. Понятия макро- и микроструктурного анализа металлов. Основные механические свойства. Определение твердости металлов.

1. Дать определение макро- и микроанализа.
2. Виды макроанализа?
3. Метод Баумана?
4. Порядок изготовления микрошлифов и травление?

5. Перечислить и дать определение пластическим механическим свойствам
6. Перечислить и дать определение прочностным механическим свойствам
7. Назовите основные методы определения твёрдости материалов
8. Обозначение и определение ударной вязкости

**Работа № 2. Методика построения диаграмм состояния двойных сплавов. Правило Курнакова Н.С.**

1. Методы исследования металлов?
2. Сущность термического метода?
3. Схема установки для исследования металлов термическим методом?

**Работа № 3. Диаграмма состояния сплавов железо-цементит. Микроанализ углеродистых сталей и чугунов в равновесном состоянии**

1. Дать определения:
  - фаза
  - критические точки
  - термическая кривая охлаждения
  - структура
2. Диаграмма состояния железо-цементит, линии и критические точки диаграммы.
3. Компоненты железоуглеродистых сплавов?
4. Фазы железоуглеродистых сплавов (жидкая, аустенит, феррит, цементит, графит), дать определения?
5. Структуры железоуглеродистых сплавов (перлит, ледебурит, ледебурит перестроенный), дать определения?

**Работа № 4. Классификация и маркировка чёрных сплавов**

Указать классификацию: для сталей по назначению, качеству, степени раскисления, содержанию углерода, степени легирования и указать химиче-

ский состав; для чугунов название, форму включений графита и механические свойства, следующий марок сплавов в соответствии с вариантом (табл. 6.1).

Таблица 6.1

**Марки сталей и чугунов**

Вариант	Марка 1	Марка 2	Марка 3
1	120Г13Х2БЛ	У10	СЧ10
2	110Г13Х2Л	У10А	СЧ30
3	110Г13ФТЛ	У11	СЧ15
4	110Г13Л	У11А	СЧ35
5	ШХ15	У12	СЧ20
6	Ст1	У12А	СЧ25
7	ШХ15СГ	У13	КЧ30-6
8	Ст3кп	У13А	КЧ45-7
9	50Х	У7	КЧ65-3
10	15Х	У7А	КЧ33-8
11	20Х	У8	КЧ50-5
12	40Х	У8А	КЧ70-2
13	45Х	У8Г	КЧ35-10
14	38ХА	У8ГА	КЧ55-4
15	45Г2	У9	КЧ80-1,5
16	18ХГТ	У9А	ВЧ100
17	20ХГР	11ХФ	ВЧ50
18	15ХФ	12Х1	ВЧ35
19	40ХС	13Х	ВЧ60
20	40ХФА	3Х2МНФ	ВЧ40
21	35ХМ	4ХМНФС	ВЧ70
22	45ХН	4ХС	ВЧ45
23	50Г2	5ХВ2СФ	ВЧ80
24	60С2	5ХНВ	ЧВГ30
25	70С3А	5ХНВС	ЧВГ35
26	50ХГ	6Х3МФС	ЧВГ40
27	50ХФА	6Х4М2ФС	ЧВГ45
28	60С2ХА	6Х6В3МФС	СЧ10
29	60С2Н2А	7ХФ	СЧ30
30	60С2А	8Х4В2МФС2	СЧ15
31	50ХГА	8Х6НФТ	СЧ35
32	50ХГФА	8ХФ	СЧ20
33	50ХН	9Г2Ф	СЧ25
34	65С2ВА	9Х1	КЧ30-6
35	Х6Ф4М	9Х5ВФ	КЧ45-7
36	11М5Ф	9ХВГ	КЧ65-3
37	50ХГ	9ХС	КЧ33-8
38	50ХСА	9ХФ	КЧ50-5

39	55С2А	9ХФМ	КЧ70-2
40	60С2	В2Ф	КЧ35-10
41	05кп	45Х	КЧ55-4
42	10кп	38ХА	КЧ80-1,5
43	15кп	45Г2	ВЧ100
44	20А	18ХГТ	ВЧ50
45	20ЮА	13Х	ВЧ35
46	30	3Х2МНФ	ВЧ60
47	50	4ХМНФС	ВЧ40
48	60	4ХС	ВЧ70
49	10пс	5ХВ2СФ	ВЧ45
50	15пс	У9А	ВЧ80
51	18кп	11ХФ	ЧВГ30
52	35	12Х1	ЧВГ35
53	50А	13Х	ЧВГ40
54	Ст1кп	А11	СЧ10
55	Ст1пс	А12	СЧ30
56	Ст1сп	А20	СЧ15
57	Ст2кп	А30	ЧВГ30
58	Ст2пс	А35	ЧВГ35
59	Ст2сп	А35Е	ЧВГ40
60	Ст3Гпс	А40Г	ВЧ70
61	Ст3Гсп	А40ХЕ	ВЧ45
62	Ст3кп	А45Е	ВЧ80
63	Ст3пс	АС11	КЧ30-6
64	Ст3сп	АС12ХН	КЧ45-7
65	Ст4кп	АС14	КЧ65-3
66	Ст4пс	АС14ХГН	КЧ33-8
67	Ст4сп	АС19ХГН	КЧ50-5
68	Ст5Гпс	АС20ХГНМ	КЧ70-2
69	Ст5пс	АС30ХМ	КЧ35-10
70	Ст5сп	АС35Г2	КЧ55-4
71	Ст6пс	АС38ХГМ	КЧ80-1,5
72	Ст6сп	АС40	ВЧ100
73	06Г2СЮ	Ст1кп	ВЧ50
74	06ХГСЮ	Ст1пс	ВЧ35
75	08Г2С	Ст1сп	ВЧ60
76	09Г2	Ст2кп	ВЧ40
77	09Г2Д	Ст2пс	ВЧ70
78	09Г2С	Ст2сп	ВЧ45
79	09Г2СД	Ст3Гпс	ВЧ80
80	10Г2Б	Ст3Гсп	ЧВГ30
81	10Г2БД	Ст3кп	ЧВГ35
82	10Г2С1	Ст3пс	ЧВГ40
83	10Г2С1Д	Ст3сп	ЧВГ45
84	10ГС2	Ст4кп	СЧ10
85	10ГТ	Ст4пс	СЧ30
86	10ХГСН1Д	Ст4сп	СЧ15
87	10ХНДП	Ст5Гпс	СЧ35
88	10ХСНД	Ст5пс	СЧ20
89	12Г2Б	Ст5сп	СЧ25
90	12Г2СМФ	Ст6пс	КЧ30-6
91	12ГН2МФАЮ	Ст6сп	КЧ45-7
92	12ГС	Ст1кп	КЧ65-3
93	12ХГН2МФБАЮ	Ст1пс	КЧ33-8

94	14Г2	Ст1сп	КЧ50-5
95	14Г2АФ	Ст2кп	КЧ70-2
96	14Г2АФД	Ст2пс	КЧ35-10
97	14ХГС	Ст2сп	КЧ55-4
98	15Г2АФД	Ст3Гпс	КЧ80-1,5
99	15Г2АФДпс	Ст3Гсп	ВЧ100
100	15Г2СФ	Ст3кп	ВЧ50

**Работа № 5. Построение и анализ диаграммы изотермического превращения аустенита.**

1. Процессы, протекающие при охлаждении переохлажденного аустенита, с разными скоростями.
2. Характеристика структур, получаемых в результате превращения переохлажденного аустенита.
3. Описание метода пробных закалок.

**Работа № 6. Термическая обработка углеродистых сталей.**

1. Основные этапы процесса термической обработки.
2. Этапы термической обработки сталей.
3. Виды термической обработки (ТО). Как правильно подобрать режим ТО?

**Работа № 7 Микроанализ термически обработанных деталей сельскохозяйственных машин.**

1. Назначение и технология цементации?
2. Методы упрочнения металлов и сплавов.
3. Термообработка шарикоподшипниковых сталей
4. Сущность эффекта самозатачивания лемеха плуга

**Работа № 8. Влияние холодной пластической деформации и рекристаллизации на структуру и свойства металлов.**

1. Механизм упрочнения при холодной пластической деформации (ХПД).
2. Отдых (возврат) и рекристаллизация металлов.
3. Изменение свойств металлов при ХПД и рекристаллизации.
4. Влияние степени деформации на свойства материала.
5. Предельная деформация металла.

## Работа № 9. Классификация и маркировка цветных сплавов

Расшифровать марки цветных сплавов: указать название, принадлежность к литейным или деформируемым, упрочняемым и неупрочняемым термической обработкой, химический состав (где это возможно), в соответствии с вариантами (табл. 6.2)

Таблица 6.2

### Марки цветных сплавов

Вариант	Марка 1	Марка 2	Марка 3
1	БрО10Ф1	ЛЦ40Сд	АМц
2	БрО3Ц12С5	ЛЦ23А6Ж3Мц2	АВ
3	БрО3Ц7С5Н1	ЛЦ16К4	АД31
4	БрО4Ц8С5	ЛЦ40С	АД33
5	БрО6С6Ц3	ЛА85-0,5	АД35
6	БрО8С12	ЛАН59-3-2	АК4
7	БрОФ2-0,25	ЛК62-0,5	АМг4,5
8	БрОФ7-0,2	ЛКС65-1,5-3	АК6
9	БрОЦС4-4-4	ЛН65-5	АК8
10	БрМг0,3	ЛО90-1	АМг1
11	БрНХК	ЛС58-2	АМг2
12	БрХНб	ЛС59-2	АМг3
13	БрЦр0,4	ЛС74-3	АМг3С
14	БрА10Ж3	ЛЦ16К4	АМг4
15	БрА10Мц2Л	ЛЦ30А3	АМг4,5
16	БрА9Ж3Л	ЛЦ38Мц2С2	АМг5
17	БрАЮЖ3	ЛЦ40С	АМг5П
18	БрС60Н2,5	ЛАЖ60-1-1	АМг6
19	БрСу6Ф1	ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5	АМц
20	БрАЖМц10-3-1,5	ЛЦ25С2	АМцС
21	БрАМц9-2	ЛМц58-2	В65
22	БрБНГ1,9	ЛО60-1	В93
23	БрКХКо0,4-0,6-1,6	ЛОК59-1-0,3	В94
24	БрХ0,7	ЛС58-3	В95
25	БрХЦр0,6-0,05	ЛС60-1	В96
26	БрО10	ЛЦ40Мц1,5	Д1
27	БрО10Ц2	Л80	Д12
28	БрО3Ц13С4	ЛА77-2	Д16
29	БрО3Ц8С4Н1	ЛАМш77-2-0,04	Д18
30	БрО5С25	ЛЖМц59-1-1	Д19
31	БрО6Ц6С2Х	ЛК80-3	Д20
32	БрО8Ц4	ЛМцА57-3-1	Д21
33	БрОФ4-0,25	ЛО62-1	АК21М2,5Н2,5
34	БрОФ8-0,3	ЛОМш70-1-0,04	АК4М4
35	БрКБ2,5-0,5	ЛС59-1	АК5М2
36	БрМг0,5	ЛС63-3	АК5М7



37	БрНХК2,5-0,7-0,6	ЛЦ25С2	АК7
38	БрХЦр	ЛЦ23А6Ж3Мц2	АК7М2
39	БрЦр0,7	ЛАМш77-2-0,05	АК9
40	БрА10Ж3Мц2	ЛЖС58-1-1	АМц
41	БрО10Ф1	ЛС60-1	АМг5П
42	БрО3Ц12С5	ЛЦ37Мц2С2К	АМг6
43	БрО3Ц7С5Н1	ЛЦ40Сд	АМц
44	БрО4Ц8С5	ЛА77-2	АМцС
45	БрО6С6Ц3	ЛАМш77-2-0,04	В65
46	БрО8С12	ЛЖМц59-1-1	В93
47	БрОФ2-0,25	ЛК80-3	В94
48	БрОФ7-0,2	ЛМцА57-3-1	В95
49	БрОЦС4-4-4	ЛО62-1	В96
50	БрМг0,3	ЛОМш70-1-0,04	Д1
51	БрНХК	ЛС59-1	Д12
52	БрХН6	ЛС63-3	Д16
53	БрО5С25	Л70	Д18
54	БрО10Ф1	Л59	АМц
55	БрО3Ц12С5	Л63	АВ
56	БрО3Ц7С5Н1	Л75	АД31
57	БрО4Ц8С5	Л90	АД33
58	БрО6С6Ц3	ЛА85-0,5	АД35
59	БрО8С12	ЛАН59-3-2	АК4
60	БрОФ2-0,25	ЛК62-0,5	АМг4,5
61	БрОФ7-0,2	ЛКС65-1,5-3	АК6
62	БрОЦС4-4-4	ЛН65-5	АК8
63	БрМг0,3	ЛО90-1	АМг1
64	БрНХК	ЛС58-2	АМг2
65	БрХН6	ЛС59-2	АМг3
66	БрЦр0,4	ЛС74-3	АМг3С
67	БрА10Ж3	Л60	АМг4
68	БрА10Мц2Л	Л66	АМг4,5
69	БрА9Ж3Л	Л75	АМг5
70	БрА10Ж3	Л96	АМг5П
71	БрС60Н2,5	ЛАЖ60-1-1	АМг6
72	БрСу6Ф1	ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5	АМц
73	БрАЖМц10-3-1,5	ЛЦ23А6Ж3Мц2	АМцС
74	БрАМц9-2	ЛМц58-2	В65
75	БрБНГ1,9	ЛО60-1	В93
76	БрКХКо0,4-0,6-1,6	ЛОК59-1-0,3	В94
77	БрХ0,7	ЛС58-3	В95
78	БрХЦр0,6-0,05	ЛС60-1	В96
79	БрО10	Л68	Д1
80	БрО10Ц2	Л80	Д12
81	БрО3Ц13С4	ЛА77-2	Д16
82	БрО3Ц8С4Н1	ЛАМш77-2-0,04	Д18
83	БрО5С25	ЛЖМц59-1-1	Д19
84	БрО6Ц6С2Х	ЛК80-3	Д20
85	БрО8Ц4	ЛМцА57-3-1	Д21
86	БрОФ4-0,25	ЛО62-1	АК21М2,5Н2,5
87	БрОФ8-0,3	ЛОМш70-1-0,04	АК4М4
88	БрКБ2,5-0,5	ЛС59-1	АК5М2
89	БрМг0,5	ЛС63-3	АК5М7
90	БрНХК2,5-0,7-0,6	Л70	АК7
91	БрХЦр	Л85	АК7М2

92	БрЦр0,7	ЛАМш77-2-0,05	АК9
93	БрА10Ж3Мц2	ЛЖС58-1-1	АМц
94	БрО10Ф1	ЛС60-1	АМг5П
95	БрО3Ц12С5	Л68	АМг6
96	БрО3Ц7С5Н1	Л80	АМц
97	БрО4Ц8С5	ЛА77-2	АМцС
98	БрО6С6Ц3	ЛАМш77-2-0,04	В65
99	БрО8С12	ЛЖМц59-1-1	В93
100	БрМг0,3	ЛОМш70-1-0,04	В94

### **Работа №10 Микрoанализ цветных металлов и сплавов.**

1. Оптическая анизотропия и двойники в однофазных латунях.
2. Однофазная оптическая анизотропия в оловоносных бронзах.
3. Сплавы на основе меди.
4. Сплавы на основе алюминия.
5. Антифрикционные сплавы

Для оценки работы студентов используется следующая балльно-рейтинговая структура оценки и шкала оценок: защита практических работ: 3 балла –  $3 \times 10 = 30$  балла, рабочая тетрадь должна быть полностью оформлена.

### **Вопросы для устного опроса студентов**

#### **Раздел 1. Введение. Основы теории сплавов.**

1. Кристаллизация металлов и факторы, влияющие на неё.
2. Строение металлов.
3. Атомарно-кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток.
4. Аллотропия и анизотропия и их использование в реальных сплавах.

1. Диаграмма состояния сплавов железо-цементит.

2. Фазы и структуры.

3. Практическое использование диаграммы.

#### **Раздел 2. Железо-углеродистые сплавы**

1. Компоненты, фазы и сложные структуры на диаграмме состояния железо-цементит

2. Критические точки, линии и области на диаграмме железо-

цементит.

3. Эвтектическое и эвтектоидное превращение.
4. Правило фаз Гиббса и правило отрезков (рычага).

### **Раздел 3. Термическая обработка сталей.**

1. Основы теории термической обработки.
2. Превращения в стали при нагреве
3. Основы теории т.о.
4. Превращения в стали при охлаждении с различными скоростями
5. Виды т.о., их назначение и применение

### **Раздел 4. Легированные стали и сплавы.**

1. Обозначение легирующих элементов в сталях.
2. Влияние легирующих элементов на выбор параметров режима термической обработки.
3. Классификация и маркировка легированных сталей.

### **Раздел 5. Методы поверхностного упрочнения металлов и сплавов**

1. Полная и неполная закалка. Применение. Получаемые структуры и свойства
2. Классификация т.о. по применяемым охлаждающим средам. Применение. Получаемые свойства
3. Отпуск стали. Виды. Применение. Получаемые свойства

### **Раздел 6. Сплавы на основе цветных металлов**

1. Сплавы на основе меди.
2. Сплавы на основе латуни и бронзы.
3. Влияние состава на свойства.

### **Раздел 7. Неметаллические, композиционные и наноматериалы**

1. Композиционные материалы.
2. Особенности их строения. Применение.
3. Полимеры. Типы связей.
4. Терморезистивные и термопластичные пластмассы. Строение и свойства.

**Критерий оценки: текущий контроль (устный опрос) – 14 баллов (.  
(1 вопрос – 1 балл, задаётся 2 вопроса из раздела)**

**Контрольная работа**  
***Разработка технологического процесса термической обработки  
стальной детали***

Для детали задана определенная марка стали. Укажите состав и определите, к какой группе по назначению относится данная сталь. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах обработки данной стали. Опишите микроструктуру и свойства стали после термической или химико-термической обработки. Исходные данные представлены в таблице 7.

Таблица 7

№ варианта	Название детали	Марка стали	Твёрдость поверхности (рабочей части)	Твёрдость основного металла
1	Болт коренных подшипников	40Х	241...311НВ	
2	Вал	20ХНМА	56...60 HRC	250...300 НВ
3	Ведомая шестерня конечной передачи	18Х2А	56...62 HRC	35...45 HRC
4	Лопатка турбины	1Х12В2МФ	250...290 НВ	
5	Штампы для горячего деформирования	5ХГМ	40...46 HRC	
6	Болт шатуна	35Г2	248...285 НВ	
7	Вал	30ХГСН2А	260...280 НВ	
8	Ведомая шестерня конечной передачи	18ХГТ	56...62 HRC	≥23 HRC
9	Матрица для холодной штамповки	Х6ВФ	62...63 HRC	
10	Штампы для холодного деформирования	6ХВ2С	42...48 HRC	
11	Болт шатуна	35СГ	248 ... 285 НВ	
12	Вал	30ХГСНА	350...410 НВ	
13	Ведомая шестерня конечной передачи	20Х	56...62 HRC	≥18 HRC
14	Звездочка цепной передачи	20Х	54...62 HRC	150...170 НВ
15	Матрица для холодной штамповки	Х12Ф1	60...62 HRC	
16	Болт шатуна	35ХГСА	> 235 НВ	
17	Вал	30ХН3А	280...330 НВ	
18	Ведомая шестерня конечной передачи	20ХМ	56...62 HRC	≥23 HRC
19	Нож дисковый	70Г	327...415 НВ	

20	Сегмент	У9А	50...56 HRC	311...363 HB
21	Болт шатуна	38ХН3ВА	350...420 HB	
22	Вал	30ХН3А	280...330 HB	
23	Ведомая шестерня конечной передачи	20ХФА	60...63 HRC	≥25 HRC
24	Нож для холодной резки металла	9ХВГ	55...60 HRC	
25	Болт шатуна	38ХН3МА	279...321 HB	
26	Вал	36Х2Н2МФ А	360...380 HB	
27	Ведомая шестерня коробки передач	12Х2Н4А	56...63 HRC	25...28 HRC
28	Ножовочное полотно	В2Ф	63 HRC	
29	Болт шатуна	38ХС	241...269 HB	
30	Вал	40ХФА	260...290 HB	
31	Ведомая шестерня коробки передач	15ХГНТ	56...63 HRC	25...28 HRC
32	Ножовочное полотно	Р9	61...66 HRC	
33	Болт шатуна	40Х	230...280 HB	
34	Вал коробки передач	20ХН3А	56...62 HRC	255...302 HB
35	Ведомая шестерня коробки передач	15ХФ	56...63 HRC	23...28 HRC
36	Ножовочное полотно	Х6ВФ	63...64 HRC	
37	Болт шатуна	40ХГР	272...302 HB	
38	Вал коробки передач	25ХГМ	60...65 HRC	363...444 HB
39	Ведомая шестерня коробки передач	18ХГН	56...63 HRC	25...38 HRC
40	Палец звеньев гусеницы	50Г	40...49 HRC	
41	Болт шатуна	40ХН	255...280 HB	
42	Вал КПП	25ХГТ	58...62 HRC	290...360 HB
43	Ведомая шестерня коробки передач	18ХНВА	56...63 HRC	25...30 HRC
44	Плашка резьбовая	9ХВГ	58...62 HRC	
45	Болт шатуна	40ХР	280...302 HB	
46	Вал руля	35ХГСА	320...360 HB	
47	Ведомая шестерня коробки передач	20ХН3А	56...63 HRC	25...32 HRC
48	Плашка резьбонарезная	9ХС	60...65 HRC	
49	Болт шатуна	40ХС	30...34 HRC	
50	Вал турбокомпрессора	35ХМ	230...260 HB	
51	Ведущая шестерня конечной передачи	12ХН3А	56...63 HRC	≥25 HRC
52	Плунжер	15ХФ	56...62 HRC	210...250 HB
53	Болт шатуна	40ХС	241...269 HB	
54	Вал турбокомпрессора	35ХМ	230...260 HB	
55	Ведущая шестерня конечной передачи	18ГТ	56...63 HRC	≥27 HRC
56	Плунжер	38Х2Ю	250...270 HB	

57	Болт шатуна	40ХФА	282...348 НВ	
58	Ведущая шестерня конечной передачи	12Х2Н4А	56...63 HRC	20...25 HRC
59	Вторичный вал	18ХГТ	56...63 HRC	28...38 HRC
60	Плунжер	38ХВФЮ	60...65 HRC	230...290 НВ
61	Болт шатуна	50ХМ	30...35HRC	
62	Ведущая шестерня конечной передачи	20ХГР	56...63 HRC	220...302 НВ
63	Вторичный вал	20ХГНР	56...63 HRC	179... 229 НВ
64	Подшипник для агрессивных сред	110Х18М	58...62 HRC	
65	Ведущая шестерня конечной передачи	20ХН	56...63 HRC	≥23 HRC
66	Вторичный вал	20ХН3А	55...62 HRC	≥20 HRC
67	Подшипник качения	20Х2Н4А	58...62 HRC	320...400 НВ
68	Шатун	20ХН4ФА	270...300 НВ	
69	Ведущая шестерня конечной передачи	20ХН3А	56...63 HRC	35...45 HRC
70	Вторичный вал	30ХГСА	58...63 HRC	30...45 HRC
71	Протяжка	P6M5K5	63...69 HRC	43,5...57 HRC
72	Шатун	38ХГН	230...280 НВ	
73	Ведущая шестерня конечной передачи	25ХГСА	56 ...63 HRC	25...35 HRC
74	Вторичный вал	50Г	50 ... 56 HRC	30...35 HRC
75	Протяжка	P6Ф2K8M5	63...70 HRC	43,5...57 HRC
76	Шатун	40Х	27...30 HRC	
77	Ведущая шестерня коробки передач	15ХГНТ	56...63 HRC	25...40 HRC
78	Коленчатый вал	40Г	52...62 HRC	207...241 НВ
79	Протяжка	P9K10	63...68 HRC	43,5...57 HRC
80	Шатун	40ХНМА	300...350 НВ	
81	Ведущая шестерня коробки передач	15ХМ	56...63 HRC	≥50 HRC
82	Коленчатый вал	40ХНМА	56...58 HRC	210...250 НВ
83	Протяжка	ХВГ	62...65 HRC	43,5...57 HRC
84	Шатун	40ХНР	300...350 НВ	
85	Ведущая шестерня коробки передач	15ХРА	56...63 HRC	25...38 HRC
86	Коленчатый вал	45 ХН	52...62 HRC	207...241 НВ
87	Протяжка	ХВСГ	58...63 HRC	
88	Шатун	40ХС	272 ... 302 НВ	
89	Ведущая шестерня коробки передач	15ХФ	56...63 HRC	28...38 HRC
90	Коленчатый вал	45Г2	48...58 HRC	217...255 НВ
91	Протяжка	9Х5ВФ	62...65 HRC	280...300 НВ
92	Шатун	45Г2	217...289 НВ	
93	Ведущая шестерня коробки передач	20ХГН	56...63 HRC	25...38 HRC

94	Коленчатый вал	45Г2	56...58 HRC	207...255 HB
95	Протяжка	P12Ф5	63...67 HRC	43,5...57 HRC
96	Шатун	45Г2	207...255 HB	
97	Зубчатое колесо	30ХГТ	56...62 HRC	360...410HB
98	Коленчатый вал	45ХН	52...62 HRC	207...241 HB
99	Протяжка	P18	63...66 HRC	43,5...57 HRC
100	Вал-шестерня	40ХН	58...60HRC	207...255 HB

### **«Разработка технологического процесса термической обработки стальной детали (Т.О.)»**

№ варианта \_\_\_\_\_  
 Наименование детали \_\_\_\_\_  
 Марка стали \_\_\_\_\_  
 Твердость после термической обработки \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Контрольная работа «Разработка технологического процесса термической обработки стальной детали» состоит из двух частей:

1. Пояснительная записка;
2. Графическая часть.

Часть 1-Пояснительная записка выполняется на листах формата А4, с титульным листом, оглавлением и списком литературы (требования единой системы конструкторской документации – ЕСКД).

Поля: верхнее-20, нижнее-20, левое-30, правое-10.

Шрифт - Times New Roman, размер-14, интервал-1,5.

План пояснительной записки:

1. Разработка технологического процесса термической обработки стальной детали.
  - 1.1. Расшифровать марку стали и указать её классификацию:
    - 1.1.1. по назначению
    - 1.1.2. по качеству
    - 1.1.3. по содержанию углерода
    - 1.1.4. по содержанию химических элементов
    - 1.1.5. по степени раскисления
    - 1.1.6. указать химический состав по марке стали
  - 1.2. Справочные данные

- 1.2.1. химический состав стали по справочнику
- 1.2.2. физико-механические свойства стали
- 1.3. Влияние каждого легирующего элемента и углерода на:
  - 1.3.1. полиморфизм железа
  - 1.3.2. линии диаграммы изотермического превращения аустенита
  - 1.3.3. физико-механические свойства стали
  - 1.3.4. прокаливаемость и закаливаемость
- 1.4. Суммарное влияние легирующих элементов и углерода на режимы термообработки.
  - 1.4.1. влияние легирующих элементов на выбор температуры закали
  - 1.4.2. влияние легирующих элементов на выбор времени выдержки
  - 1.4.3. влияние легирующих элементов на закаливаемость
  - 1.4.4. влияние легирующих элементов на прокаливаемость
  - 1.4.5. критические точки стали по справочнику
- 1.5. Описание условий работы детали
  - 1.5.1. назначение, условия работы и эскиз детали
  - 1.5.2. механические свойства до Т.О. в состоянии поставки стали
- 1.6. Технология изготовления детали
  - 1.6.1. последовательность операций изготовления деталей, включающая необходимые термические обработки
  - 1.6.2. краткое описание механической обработки детали
  - 1.6.3. режимы окончательной термической обработки детали
  - 1.6.4. механические свойства стали после термообработки
- 1.7. Оборудование и материалы

## 2. Графическая часть:

2.1. Представить стальной участок диаграммы состояния железо-цементит, указать заданную марку стали (для ХТО – содержание углерода до и после, если применяется), температуру всех выбранных операций термической обработки.

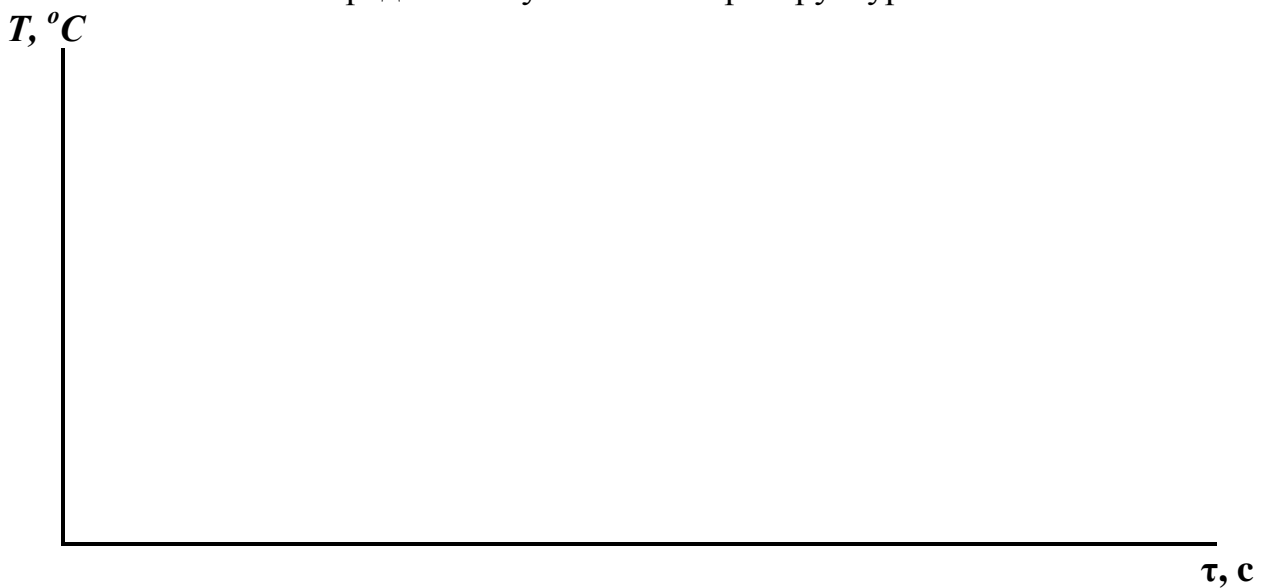
$T, ^\circ C$



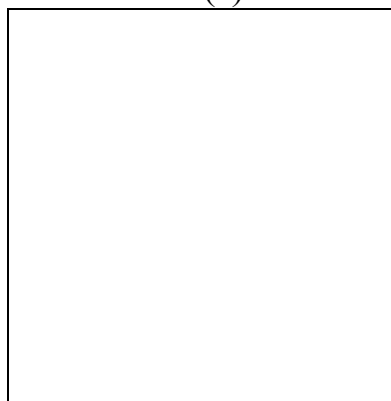




2.2. Схема термической обработки для всех выбранных операций Т.О. с указанием названия термообработок, температуры нагрева, охлаждающей среды и получаемой микроструктуры



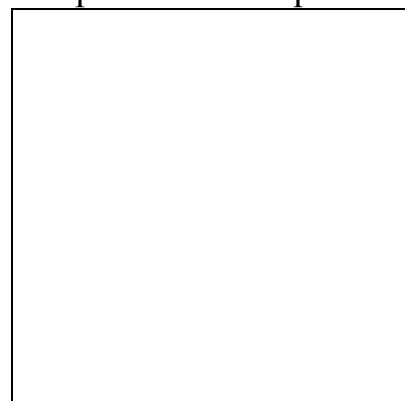
2.3. Схема микроструктуры стали и механические свойства в состоянии поставки (а) и после окончательной термической обработки (б)



а) до Т.О.

мех. св-ва

.....  
 .....  
 .....



б) после Т.О.

мех. св-ва

.....  
 .....  
 .....

- 2.4. Диаграмма изотермического превращения аустенита для заданной в варианте марки стали. Провести скорости охлаждения для выбранных термообработок.

$T, ^\circ\text{C}$



$\lg \tau, \text{c}$

- 2.5. Карта технологического процесса изготовления детали, используется для описания технологии изготовления деталей, в ней последовательно указываются (рис. 1):

**А – Операция:** отжиг; нормализация; закалка; отпуск; цементация; нитроцементация; азотирование; закалка ТВЧ; слесарная; токарная; шлифовальная, сверлильная, резьбонарезная, навивка, нарезка, отрубка, отрезка.

**Б – Технологическое оборудование:** печь закалочная РК 55/12; печь отпускная РР540/85; камерная универсальная электропечь СНЦ 5.10. 3,2/10; станок токарно-винторезный 1А62; Настольно-сверлильный станок Master NC13, Верстак слесарный ВПЭ.

**М – Материалы:** Сталь 20 ГОСТ 1050-2013, Сталь 50ХФА ГОСТ 14959-79, Закалочное масло МЗМ-16, Вода, Моющее средство МС – 37.

**О – Содержание операции (выполняемые действия):** поместить деталь в печь, нагреть, выдержать, охладить с печью; поместить деталь в печь, нагреть, выдержать, закалить в воде; поместить деталь в печь, нагреть, выдержать, охладить на воздухе.

**Р – Режимы термической обработки:**

Среда	Т-ра	Скорость	Время	Твердость	
1	2	3	4	5	6

Расшифровка столбцов режимов Т.О. технологической карты:

№	Условное обозначение графы	Содержание графы
1	Среда	Наименование среды, в которой производят нагрев или охлаждение изделия
2	Т-ра	Температура среды нагрева или охлаждения изделия
3	Скорость	Скорость: перемещения изделия в рабочем пространстве оборудования; нагрева или охлаждения изделия.
4	Время	Время нагрева, выдержки или охлаждения изделия излучения
5	Твердость	Твердость изделия после термообработки

**Т – Инструмент и приспособления:** тара цеховая, поддон, щётка, кузнечные клещи, ветошь.

Дубл.																							
Взаим.																							
Подп.																							
Разраб.																							
Пров.																							
Контр.																							
<i>А</i>	<i>Цех</i>	<i>Уч.</i>	<i>РМ</i>	<i>Опер.</i>	<i>Код, наименование операции</i>																		
<i>Б</i>	<i>Код, наименование оборудования</i>										<i>СМ</i>	<i>Проф.</i>	<i>Р</i>	<i>УТ</i>	<i>КР</i>	<i>КОИД</i>	<i>ЕН</i>	<i>ОП</i>	<i>Кит.</i>	<i>Тпз</i>	<i>Тшт.</i>		
<i>Р1</i>	<i>Среда</i>										<i>Т-ра</i>			<i>Скорость</i>		<i>Время</i>		<i>Твёрдость</i>		.			
<i>А01</i>					<i>005</i>																		
<i>Б02</i>																							
<i>М03</i>																							
<i>О04</i>																							
<i>Р05</i>																							
<i>Т06</i>																							
<i>А07</i>					<i>010</i>																		
<i>08</i>																							
<i>09</i>																							
<i>10</i>																							
<i>11</i>																							
<i>МК /КТП</i>																							

Рисунок 1 – Технологическая карта

## Перечень вопросов, выносимых на зачет

1. Классификация материалов. Классификация металлов. Атомно-кристаллическое строение металлов.
2. Дефекты кристаллического строения металлов. Анизотропия и аллотропия металлов. Свойства металлов.
3. Диаграммы состояния двойных сплавов. Методика построения диаграмм состояния. Зависимость свойств сплавов от их состава и строения.
4. Диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов. Примеры.
5. Диаграмма состояния сплавов, образующих механические смеси. Примеры.
6. Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов.
7. Диаграмма состояния сплавов, образующих химические соединения. Примеры.
8. Закономерности, устанавливающие связь между составом и свойствами сплавов. Правило Курнакова. 4 типа диаграмм состояния сплавов.
9. Кристаллизация металлов и сплавов. Связь структуры металлов со скоростью охлаждения и переохлаждения. Модифицирование.
10. Сплавы и их компоненты. Строение и свойства сплавов.
11. Диаграмма состояния железо-цементит. Основные фазы, структурные составляющие железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии.
12. Кристаллизация доэвтектоидных сталей. Микроструктура и свойства.
13. Кристаллизация эвтектоидной стали. Микроструктура, механические свойства, область применения.
14. Кристаллизация заэвтектоидных сталей. Микроструктура, механические свойства, область применения.
15. Кристаллизация белых доэвтектических чугунов. Условия кристаллизации, микроструктура.
16. Кристаллизация белых эвтектических чугунов. Условия кристаллизации, микроструктура.
17. Кристаллизация белых заэвтектических чугунов. Условия кристаллизации, микроструктура.
18. Серые чугуны. Условия кристаллизации. Микроструктура, свойства, область применения, маркировка.
19. Классификация сталей. Углеродистые стали обыкновенного качества. Классификация, маркировка, область применения.
20. Классификация сталей. Углеродистые качественные стали. Классификация, маркировка, применение для деталей с.-х. машин.
21. Классификация чугунов. Специальные чугуны. Получение, маркировка и применение для деталей с.-х. машин.
22. Классификация чугунов. Ковкий чугун. Получение, маркировка, структура, свойства и применение для деталей с.х. машин.

23. Классификация чугунов. Высокопрочный чугун. Получение, маркировка, микроструктура, механические и эксплуатационные свойства, область применения для деталей с.-х. машин.
24. Легированные стали. Классификация, получение, маркировка, область применения для деталей с.х. машин.
25. Коррозионно-стойкие стали. Состав, свойства и области применения.
26. Инструментальные стали и сплавы. Маркировка, свойства, применение.
27. Износостойкие стали. Маркировка, свойства, применение.
28. Сплавы на основе меди. Латунни. Маркировка, микроструктура, применение для деталей с.-х. машин.
29. Сплавы на основе алюминия. Силумин. Дюралюмины. Маркировка, микроструктура, свойства, применение для деталей с.-х. машин.
30. Пластические массы. Состав, свойства, классификация, маркировка. Области применения для деталей с.-х. машин.
31. Композиционные материалы. Классификация по природе матричного материала. Применение.
32. Сплавы на основе меди. Бронзы. Маркировка, микроструктура, применение.
33. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Перлитное превращение аустенита.
34. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Промежуточное превращение.
35. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Мартенситное превращение.
36. Характеристика превращений переохлажденного аустенита. Перлитное, промежуточное, мартенситное превращение.
37. Отпуск стали. Основные виды отпуска, назначение.
38. Основные виды термической обработки стали. Закалка стали. Основные способы закалки. Назначение.
39. Основные виды термической обработки стали. Отжиг стали. Основные виды отжига, назначение.
40. Основные виды термической обработки стали. Нормализация.
41. Методика построения диаграмм изотермического превращения аустенита по методу пробных закалок.
42. Закаливаемость стали. Влияние углерода и легирующих элементов на закаливаемость стали.
43. Прокаливаемость стали. Влияние углерода и легирующих элементов на прокаливаемость стали.
44. Критическая скорость закалки. Влияние углерода и легирующих элементов на критическую скорость закалки.
45. Дефекты при термической обработке стали. Причины дефектов и способы их устранения.
46. Сущность химико-термической обработки стали. Цементация. Особенности закалки цементованных деталей.

47. Сущность химико-термической обработки стали. Азотирование, назначение и место в технологическом процессе изготовления деталей.
48. Сущность ХТО цианирование стальных деталей. Применение для поверхностного упрочнения деталей с.-х. машин.
49. Диффузионная металлизация. Алитирование. Применение для деталей с.-х. машин.
50. Диффузионное газовое хромирование. Применение для поверхностного упрочнения деталей с.-х. машин.
51. Термическая обработка. Назначение. Применение.
52. Полиморфизм железа. Значение полиморфизма для термической обработки стали.
53. Улучшение стальных деталей. Области применения для деталей с.-х. машин.
54. Цементуемые стали. Назначение для деталей с.-х. машин.
55. Основные способы поверхностной закалки стали. Применение для деталей с.-х. машин.
56. Микроструктура термически обработанных деталей с.-х. машин, изготовленных из сталей марок 20, 40ХН, 60С2.
57. Микроструктура термически обработанных деталей с.-х. машин из сталей 20, 45, 60С2.
58. Назначить предварительную и окончательную термическую обработку для вала из стали 45 для получения твердости сердцевины HB280, поверхности – HRC60.
59. Назначить режим термической обработки для вала с твердостью поверхности HRC58, изготовленного из стали 45.
60. Основные виды отпуска стали. Назначение, микроструктура и свойства стальных деталей после отпуска.
61. Инструментальные материалы. Требования. Классификация. Применение.
62. Неметаллические конструкционные материалы. Классификация.
63. Пластические массы. Классификация. Применение в с.-х. машиностроении и ремонтном производстве.
64. Резины. Свойства резины. Технология изготовления. Область применения.
65. Расшифровать марки сплавов:  
 ШХ9, 45Н, Р9Ф5, ВК6, 20  
 0Х18Н9, 45, СЧ20, Л60, Д16  
 35Х18Н9ТЮА, 60С2, 40ХН, 35Л, Л65  
 60С2, КЧ37-12, АЛ9, Бр.С30, 45Л  
 АК12, 45, СЧ20, Л65, Д1  
 ...  
 ...  
 У10ГСА, 35Л, Ст3, СЧ20, 110Г13Л

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Виды текущего контроля:

посещение лекции, посещение и защита практических занятий, контрольная работа, устный опрос.

Вид промежуточного контроля: зачет.

Для оценки работы студентов в первом семестре используется следующая балльная структура оценки и шкала оценок:

посещение лекций: 2 балла –  $2 \times 7 = 14$  балл

посещение практических занятий: 2 балла –  $2 \times 10 = 20$  баллов;

защита практических работ: 3 балла –  $3 \times 10 = 30$  балла;

контрольная работа: 22 балла;

текущий контроль (устный опрос) – 14 баллов. (см. стр. 28)

Всего – 100 баллов (max).

Оценки работы в зависимости от набранных баллов см. табл. 8.

### **Критерии оценивания результатов обучения**

**Таблица 8**

<b>Шкала оценивания, баллы</b>	<b>Зачет</b>
85...100	Зачёт
60...84	Допущен к сдаче зачёта (по вопросам ст. 28-31)
0...59	Не допущен к сдаче зачёта

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная литература**

1. Материаловедение и технология материалов /Г.П.Фетисов, Ф.А.Гарифуллин. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 397 с.

2. Оськин В.А., Евсиков В.В.. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Книга 1. – М.: КолосС, 2007. – 638 с.

3. Практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов / Под ред. В.А. Оськина и В.Н. Байкаловой. – М: БИБКМ, ТРАНСЛОГ, 2015. – 400 с.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Технология конструкционных материалов: Учебник для вузов / А.М. Дальский, И.А. Арутюнова, Т.М. Барсукова и др. – М.: Машиностроение, 2003.1ё

2. Справочник технолога-машиностроителя. / Под ред. А.Г. Косиловой и П.М. Мещерякова. Т.1 и 2. – М.: Машиностроение, 2001.



3. Оськин В.А., Карпенков В.Ф., Стрельцов В.В., Байкалова В.Н. и др. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Словарь терминов: Учебное пособие. – М.: КолосС, 2007. – 56 с.

4. Некрасов С.С., Кренев В.Д., Приходько И.Л. Протягивание: учебное пособие. – М.: МГАУ, 1999

5. Литейное производство: Учебное пособие / А.В. Серов, В.М. Соколова. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 141 с.

### **7.3 Нормативные правовые акты**

1. ГОСТ 3.1118–82 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления маршрутных карт.

2. ГОСТ 2.106–68 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.

3. ГОСТ 2.105–95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

4. ГОСТ 2.004–88 Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ

5. ГОСТ 2.301–68 Единая система конструкторской документации. Форматы.

### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Материаловедение и горячая обработка металлов: Методические рекомендации / В.М. Соколова, А.В. Серов, В.А. Оськин. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 40 с.

2. Оськин, В.А. Пособие по проведению сварочных работ: методические указания / В.А. Оськин, А.В. Серов, В.М. Соколова. М.: Изд-во РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – 64 с.

3. Байкалова В.Н., Колокатов А.М., Малинина И.Д. Расчет режимов резания при точении: Методические рекомендации по курсу «Технология конструкционных материалов и материаловедение. – М.: РГАУ-МСХА, 2015.

4. Колокатов А.М., Малинина И.Д. Расчет режимов резания при торцовом фрезеровании: Методические рекомендации. – М.: РГАУ-МСХА, 2015.

5. Разработка технологических процессов ручной дуговой и газовой сварки: Методические указания / А.В. Серов, В.М. Соколова. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016, 56 с.

6. Ковка: методические рекомендации / А.В. Серов, В.М. Соколова. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 56 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://www.agroportal.ru> агропортал, информационно-поисковая система АПК (открытый доступ).

2. <http://www.edu.ru> Российское образование. Федеральный портал (открытый доступ).
3. <http://www.cnsnb.ru/> Центральная научная сельскохозяйственная библиотека (открытый доступ).
4. <http://www.rsl.ru> Российская государственная библиотека (открытый доступ).
5. <http://www.splav.kharkov.com> – справочник сталей и сплавов (открытый доступ).
6. [http://metallichekiy-portal.ru/marki\\_metallov](http://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov) - справочник сталей и сплавов (открытый доступ).
7. <http://www.youtube.com/> - видео хостинг (открытый доступ).

## **9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

1. [www.mt2.bmstu.ru/technjl.php](http://www.mt2.bmstu.ru/technjl.php) Сафронов В.Е. Технология конструкционных материалов и материаловедение: Электронный учебник МГТУ. (открытый доступ)
2. [www.lokesnet.ru/.../840-materialovedenie-knigi.html](http://www.lokesnet.ru/.../840-materialovedenie-knigi.html) Коротких М.Т. Технология конструкционных материалов и материаловедение: Электронный учебник. (открытый доступ)
3. Приходько В.М., Фатюхин Д.С. Библиотека учебно-методической литературы [www.librery.tkm.front.ru](http://www.librery.tkm.front.ru). (открытый доступ)
4. [btn.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/12/u\\_sam.pdf](http://btn.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/12/u_sam.pdf) Егоров Ю.П., Хворова И.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов. (открытый доступ)
5. Методические рекомендации по курсу «Технология конструкционных материалов и материаловедение». (открытый доступ)
6. <http://www.msau.ru/modules/Subjects/pages/ELBRUS-MSAU/index.htm>. (открытый доступ)

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 10

***Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями***

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология	Комплекс для анализа изображения металлографических образцов (410124000602921),

<p>машиностроения» аудитория 27 (термическая лаборатория)</p>	<p>Малоамперный тренажер сварщика (410124000602920), Микроскоп Неофон21 (410134000001765), комплект моделей атомов со стержнями (210136000006008), Парты 17шт.(номера нет код 626150), Проектор Beng (410134000002136),Экран настенный (21013000002670).</p>
<p>Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория 28 (металлографическая лаборатория до 40 человек)</p>	<p>Парты, стулья, плакаты, стенды. Лабораторная печь СНОЛ (410134000001547), Печь муфельная МП10 (410134000001806),</p>
<p>Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория23 (сварочная и кузнечная мастерские)</p>	<p>Автоматическая заслонка ASE-12-Е (210134000002673), Автоматический аппарат для управления центральным вентилятором (210134000002679), аппарат Мультиплаз 2500М (210134000002668), Аппарат плазменной резки (410124000603006), блок измерительный БИ-01(210134000002790), Вентилятор ВД-3,5(410134000001395), Вентилятор центробежный высокого давления (210134000002526), Воздуходувка (210134000001950), Комплект сварочного оборудования (410124000603007), Консольное подъемное-поворотное устройство (210134000002525), Молот пневматический (410134000001766), Сварочный инвертор (210134000002799), Сварочный инвертор (210134000002798), Сварочный трансформатор 500 (410134000001824), Трансформатор (210134000002161), Универсальный плазменный аппарат сварки и резки (210134000002794),Электроды для сушки электродов (210134000002795). Парты, стулья, плакаты.</p>
<p>Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория13</p>	<p>Машина трения МТУ-1 (210134000001964), Маятниковый копер для испытания по методу Шарпи (410124000603105), преобразователь частоты с300 (210134000002488), преобразователь частоты с200(410134000001556). Парты, стулья, плакаты.</p>
<p>Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория 3</p>	<p>Металлографический отрезной станок LC-350 (410124000603109), Круглошлиф. 3130 ст-к (410134000001423), Компрессор (410134000001474), Компрессор (410134000001475), Долбежный станок 7417 (410134000001479), Заточной ст-к.3628 (410134000001404), Плоскошлифальный ст-к</p>

	<p>371 (410134000001808), Пресс LHM-3000 (410124000603111), Профилометр 130 (210134000002486), Станок (210124000602047), Станок (410124000602922), Станок 1M116(автомат) (410134000001472), Станок1062 (410134000001466), Станок универсальный с делительной головкой (210134000002425), Станок токарно-винторезный (410124000603004), Стационарный твердомер по Методу Викерса (410126000000019), Стационарный твердомер по Методу Роквелла (410126000000018), Стенд измерительный УПАК (210136000003751), Токарно-винторезный станок 1А62Г(410134000001867), Токарно-винторезный ст-к.1В62Г (410134000001868), Токарно-винторезный 16 (410134000001869), Токарно-винторезный 1А62Б (410134000001870), Токарно-винторезный 1К62 (410134000001837), Токарно-винторезный 1К62 (410134000001872), Точильно-шлифовальный 2-х сторонний станок (210134000002259), Универсально-фрезерный ст-к.6080Н (410134000001880), Универсально-фрезерный ст-к.БН-81 (410134000001881), Универсально-заточной ст-к. (210124000602049), Универсально ножовочный станок (210134000002267), Хонинговальный станок ЭГ-833(410134000001489) Шлифовальный полировальный станок LAR-2X(410124000603110),Вертикально обрабатывающий центр (410124000603067), Станок сверлильный 2С132 (410134000001831), верстак 2шт (номера нет код 626277), доска настенная (210136000006600), парты, стенды.</p>
<p>Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория 29</p>	<p>Прилавок 850x850x420 (210136000003872, 2101136000003873, 2101136000003874, 2101136000003875, 2101136000003876, 2101136000003877, Шкаф Ольха (210136000003696), Шкаф Ольха (210136000003697), Шкаф Ольха (210136000003698), Шкаф Ольха (210136000005456), 2101136000003878, 2101136000003879), Проектор Хитачи (210134000002198), Экран настенный (210134000002577).</p>

Для самостоятельной работы студентов используются ресурсы Центральной

научной библиотеки Н.И. Железнова, включающая 9 читальный залов, организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, интернет – доступом, в том числе 5 компьютеризированных читальных залов, а так же комнаты для самоподготовки в общежитии № 5. № 4.

## **11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины необходимо систематическое посещение лекций и практических занятий, выполнение контрольной работы (участвующих в накоплении баллов за работу в течение семестра). В случае пропуска лекции необходимо ознакомиться с этим материалом самостоятельно и в случае возникновения вопросов обратиться к преподавателю за консультацией, согласно расписанию ее проведения.

### ***Виды и формы отработки пропущенных занятий***

Каждое пропущенное лекционное и практическое занятие должно быть отработано.

Студент, пропустивший занятия, обязан самостоятельно составить конспект пропущенного занятия и ответить на вопросы по теме.

Отработка пропущенных практических работ, проводится в конце семестра (за неделю до зачётной недели) в часы после окончания занятий, согласно составленному и утверждённому кафедрой расписанию.

По дисциплине имеются рабочие тетради, представленные в ЭБС ВУЗа, их наличие и заполнение обязательно.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии. Аудиторная и самостоятельная работы должны быть направлены на углубление и расширение полученных знаний, на закрепление приобретенных навыков и применение формируемых компетенций. Кроме того, рекомендуется использовать дифференцированное обучение и активные методы проверки знаний при проведении контрольных работ. Это достигается путем организации индивидуальной самостоятельной работы студентов.

При проведении промежуточной аттестации важно учесть все виды работ, оценить уровень знаний студентов по всем разделам учебной дисциплины. С этой целью следует разработать и использовать балльно-рейтинговую систему оценки знаний студентов.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.18 «Материаловедение» ОПОП ВО по направлению 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Сервис транспортно-технологических машин и оборудования» (квалификация выпускника – бакалавр)

Корнеевым Виктором Михайловичем к.т.н., доцентом кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, канд. техн. наук (далее по тексту рецензент), проведено рецензирование рабочей программы дисциплины «Материаловедение» ОПОП ВО по направлению 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Сервис транспортно-технологических машин и оборудования» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» на кафедре материаловедения и технологии машиностроения (разработчики – Балькова Т.И., к.т.н., доц.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Материаловедение» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Сервис транспортно-технологических машин и оборудования». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО по направлению 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Сервис транспортно-технологических машин и оборудования».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Материаловедение» закреплено 3 **компетенции**. Дисциплина «Материаловедение» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Материаловедение» составляет 3 зачётные единицы (108 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Материаловедение» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Сервис транспортно-технологических машин и оборудования» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания наземных транспортно-технологических средств и в профессиональной деятельности специалиста по данной специальности подготовки.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «**Материаловедение**» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Сервис транспортно-технологических машин и оборудования»

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и при выполнении, расчётно-графической работы, защите практических работ) соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачёта, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направлению 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль «**Автомобили и автомобильное хозяйство**», «**Сервис транспортно-технологических машин и оборудования**»

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника, дополнительной литературой – 5 наименований, Интернет-ресурсы – 6 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направлению 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль «**Автомобили и автомобильное хозяйство**», «**Сервис транспортно-технологических машин и оборудования**»

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «**Материаловедение**» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «**Материаловедение**».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «**Материаловедение**» ОПОП ВО по 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль «**Автомобили и автомобильное хозяйство**», «**Сервис транспортно-технологических машин и оборудования**» (квалификация выпускника - бакалавр), разработанная Бальковой Т.И., к.т.н., доц., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Корнеев В.М.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.