

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»  
(ТвГТУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НИИД

А.А. Артемьев

2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины образовательного компонента 2.1 «Дисциплины (модули)»  
«Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Научная специальность подготовки научных и  
научно-педагогических кадров в аспирантуре

**2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов**

Форма обучения – очная.

Машиностроительный факультет.

Кафедра «Технология металлов и материаловедение».

Семестры 6, 7.

Тверь 2022

Рабочая программа соответствует ОХОП подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: заведующий кафедрой ТМ и М Д.А. Барчуков

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМ и М «31» августа 2022 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой



Д.А. Барчуков

Согласовано  
Начальник отдела аспирантуры  
и докторантуры



О.И. Туманова

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки



О.Ф. Жмыхова

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Целью** изучения дисциплины «Материаловедение» является получение знаний о наиболее важных физических и химических превращениях в металлах и сплавах, их строении, и свойствах, основных конструкционных материалов, а также об основных технологических процессах, используемых при изготовлении машин и аппаратов.

**Задачами** дисциплины являются: обоснованный выбор студентом конструкционного материала для производства конкретного изделия с оптимальным уровнем эксплуатационных и технологических свойств, методов его упрочнения (разупрочнения) с учетом технологических свойств и экономической целесообразности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

**Дисциплина** «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» относится к Компоненту 2 ОП ВО «Образовательный компонент» в соответствии с приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)» (Зарегистрирован в Минюсте РФ 23.11.2021 № 65943);

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1 Компетенции, закрепленные в ОХОП:

ОК-5: готов к проведению научных исследований по научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается диссертация.

### 3.2. Показатели достижения компетенций:

#### **Знать:**

31.1. Номенклатуру технических материалов в машиностроении, их структуру и основные свойства; атомно-кристаллическое строение металлов; фазово-структурный состав сплавов; типовые диаграммы состояния; свойства железа и сплавов на его основе.

31.2. Методы обработки металлов (деформация, резание, термическая обработка металлических материалов).

31.3. Новые металлические материалы; неметаллические материалы; композиционные и керамические материалы.

#### **Уметь:**

У1.1. Использовать оборудование лаборатории кафедры для качественного (по микроструктуре) и количественного определения их свойств (твердость и др.).

У1.2. Пользоваться справочными данными по характеристикам материалов и способам их обработки.

### 3.3. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекций и практических занятий.

#### 4. Трудоемкость и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости по видам учебной работы

##### Семестр 6

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость</b>	2	72
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		32
В том числе:		
Лекции		16
Практические занятия (ПЗ)		16
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		40
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям); - выполнение индивидуального задания		22 14
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		-
<b>Практическая подготовка (всего)</b>		0

##### Семестр 7

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость</b>	3	108
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		32
В том числе:		
Лекции		16
Практические занятия (ПЗ)		16
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		40+36 (экз.)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям); - выполнение индивидуального задания		22 14
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36
<b>Практическая подготовка (всего)</b>		0

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули, трудоемкость в часах и виды учебной работы

#### Семестр 6

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Теоретические основы материаловедения	28	6	6	-	16
2	Железо и сплавы на его основе	26	6	8	-	12
3	Классификация сталей	18	4	2	-	12
Всего		<b>72</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	-	<b>40</b>

#### Семестр 7

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
4	Теория термической обработки	38	6	4	-	16+12 (экз)
5	Технология термической обработки	34	6	4	-	12+12 (экз)
6	Цветные металлы и сплавы	36	4	8	-	12+12 (экз)
Всего		<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	-	<b>40+36 (экз)</b>

### 5.2. Содержание дисциплины

#### МОДУЛЬ 1 «Теоретические основы материаловедения»

Кристаллическое и аморфное строение твердых тел. Типы кристаллических решеток. Полиморфизм. Дефекты кристаллического строения. Напряжения и деформации. Теоретическая и реальная прочность металлов и сплавов. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла. Основные механические свойства металлов и сплавов, определяемые при статических, динамических и циклических нагрузках.

Закономерности формирования структуры металла при кристаллизации. Гомогенная и гетерогенная кристаллизация. Строение металлического слитка. Основы теории сплавов. Определение терминов: сплав, компонент, фаза. Твердые растворы. Химические соединения. Механические смеси.

#### МОДУЛЬ 2 «Железо и сплавы на его основе»

Железо и его свойства. Полиморфизм железа. Углерод и его свойства. Компоненты и фазы в системе железо-углерод. Диаграмма состояния Fe-Fe<sub>3</sub>C. Стали и чугуны. Маркировка углеродистых сталей. Влияние углерода и постоянных технологических примесей на свойства сталей. Маркировка углеродистых сталей. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей. Маркировка легированных сталей. Чугуны. Влияние формы графита и типа металлической основы на свойства чугунов.

### **МОДУЛЬ 3 «Классификация сталей»**

Классификация сталей. Конструкционные стали: цементуемые, улучшаемые, рессорно-пружинные, шарикоподшипниковые, износостойкие. Инструментальные стали: для режущего инструмента, для измерительного инструмента, штамповые стали. Стали с особыми свойствами: коррозионностойкие, жаропрочные, жаростойкие.

### **МОДУЛЬ 4 «Теория термической обработки»**

Фазовые превращения в сплавах железа. Диаграмма изотермического превращения переохлажденного аустенита. Термокинетические диаграммы. Термические циклы.

### **МОДУЛЬ 5 «Технология термической обработки»**

Виды и назначение ТО. Поверхностная закалка. Химико-термическая обработка.

### **МОДУЛЬ 6 «Цветные металлы и сплавы»**

Сплавы на основе алюминия. Сплавы на основе меди. Латунь, бронзы. Структура, маркировка, область применения. Сплавы на основе никеля. Сплавы на основе титана. Сплавы с эффектом памяти формы. Сплавы с особыми магнитными свойствами.

#### **5.3. Лабораторные работы**

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

#### **5.4. Практические занятия**

Таблица 3. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость  
Семестр 6

<b>Модули. Цели ПЗ</b>	<b>Примерная тематика занятий и форма их проведений</b>	<b>Трудоемкость в часах</b>
<b>Модуль 1</b> <b>Цель:</b> ознакомиться с основными методами измерения твердости металлов. Приобрести навыки измерения твердости.	Методы измерения твердости	6
<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> изучить микроструктуры железо - углеродистых сплавов по диаграмме Fe-Fe <sub>3</sub> C. Приобрести навыки металлографического анализа сплавов с помощью оптического микроскопа.	Микроанализ железоуглеродистых сплавов	8
<b>Модуль 3</b> <b>Цель:</b> изучить принципы маркировки сталей. Получить навыки расшифровки марок сталей.	Расшифровка марок сталей	2

## Семестр 7

Модули. Цели ПЗ	Примерная тематика занятий и форма их проведений	Трудоемкость в часах
<b>Модуль 4</b> <b>Цель:</b> изучить превращения в стали при непрерывном охлаждении аустенита с различными скоростями.	Теория термической обработки сталей	6
<b>Модуль 5</b> <b>Цель:</b> установить структуру и свойства стали после различных скоростей охлаждения аустенита и виды термической обработки в зависимости от температуры нагрева и охлаждающей среды.	Технология термической обработки сталей	4
<b>Модуль 6</b> <b>Цель:</b> изучить микроструктуру сплавов цветных металлов.	Микроанализ сплавов цветных металлов	6

### 6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

#### 6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

#### 6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, выполнению индивидуального задания, к текущему контролю успеваемости.

Индивидуальное задание:

В соответствии с вариантом расшифровать марку стали, указать температуру критических точек, химический состав, механические свойства и назначение стали. Дать эскиз детали или инструмента, изготавливаемого из данной марки стали. Описать условия эксплуатации и требуемые свойства. Выбрать способ термической обработки стали для получения требуемых свойств. Вычертить участок диаграммы состояния Fe-Fe<sub>3</sub>C и указать температуры нагрева стали при выполнении термической обработки. Описать структурные превращения при нагреве и охлаждении стали. Вычертить график термической обработки с указанием температур нагрева, времени выдержки и скорости охлаждения стальной детали или инструмента. Описать структуру и свойства стали после назначенного режима термической обработки. Сделать выводы по работе.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература по дисциплине

1. Материаловедение : учебник для вузов по напр. подготовки и спец. в области техники и технологии : в составе учебно-методического комплекса / Б.Н. Арзамасов [и др.]; под общ. ред.: Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. - 7-е изд. ; стер. - Москва : Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2005. - 646 с. : ил. - (Учебник для технических вузов). - Библиогр. : с. 630 - 631. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7038-1860-5 : 247 p. - (ID=58807-14)
2. Материаловедение : учебник для вузов по напр. подготовки и спец. в области техники и технологии / Б.Н. Арзамасов [и др.]; под ред. Б.Н. Арзамасова. - 4-е изд. ; стер. - Москва : Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2002. - 646 с. : ил. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7038-1860-5 : 171 p. - (ID=11029-217)
3. Материаловедение и технология материалов : учебник для вузов : в 2 ч. Ч. 1 / Г.П. Фетисов [и др.]. - 8-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Бакалавр. Академический курс). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-14075-0. - URL: <https://urait.ru/bcode/490780> . - (ID=136091-0)
4. Материаловедение и технология материалов : учебник для вузов : в 2 ч. Ч. 2 / Г.П. Фетисов [и др.]; под редакцией Г.П. Фетисова. - 8-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Бакалавр. Академический курс). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-12890-1. - URL: <https://urait.ru/bcode/490781> . - (ID=136092-0)
5. Егоров, Ю.П. Материаловедение : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / Ю.П. Егоров, И.А. Хворова; Томский политехнический институт ; Ин-т дистанционного образования. - Томск : [Томский политехн. ун-т], [2004]. - 5 электрон. опт. диска (CD-ROM). - (УМК-У). - CD. - Текст : электронный. - 2360 p. - (ID=23135-5)

### 7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов : в составе учебно-методического комплекса / В.Б. Арзамасов [и др.]; под ред.: В.Б. Арзамасова, А.А. Черепихина. - М. : Академия, 2007. - 447 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр. : с. 442 - 443. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-4186-5 : 404 p. 80 к. - (ID=71780-46)
2. Земсков, Ю.П. Материаловедение : учебное пособие / Ю.П. Земсков. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 26.08.2022. - ISBN 978-5-8114-3392-6. - URL: <https://e.lanbook.com/book/206225> . - (ID=136476-0)
3. Плошкин, В.В. Материаловедение : учебник для вузов / В.В. Плошкин. - 3-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-12089-9. - URL: <https://urait.ru/book/materialovedenie-488788> . - (ID=135990-0)



4. Бондаренко, Г.Г. Материаловедение : учебник для вузов; учебник для вузов по инженерно-техническим направлениям / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко; под редакцией Г.Г. Бондаренко. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-07090-3. - URL: <https://urait.ru/bcode/488861> . - (ID=135989-0)

5. Металловедение и термическая обработка металлов : журнал. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - 1711-37. - URL: <http://mitom.folium.ru/contents.htm>. - URL: [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7888](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=7888) . - (ID=77681-92)

### **7.3. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.). Диск 1,2,3,4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

При изучении дисциплины используются современные средства обучения: наглядные пособия, диаграммы, схемы, образцы для изучения механических свойств материалов, макрошлифы для изучения макроструктуры материалов. Комплекты микрошлифов для исследования структуры изучаемых материалов с помощью оптической микроскопии. Практические занятия проводятся в лабораториях кафедры ТМ и М:

- лаборатория термической обработки;
- лаборатория оптической микроскопии;

Перечень основного оборудования:

1. Оптический микроскоп МИМ-8 с цифровой камерой;
2. Печи для термической обработки;
3. Приборы для измерения твердости и микротвердости материалов.

## 9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием ЭВМ.

#### 5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене

1. Кристаллическое строение сплавов. Типы кристаллических решеток.

Полиморфизм.

2. Механические свойства: твердость, прочность, пластичность, вязкость, выносливость.

3. Сплавы на основе железа. Диаграмма состояния железо-цементит.

4. Виды термической обработки стали.

5. Перлитное превращение. Отжиг стали.

6. Мартенситное превращение. Закалка стали.

7. Превращения при отпуске стали.

8. Диаграмма изотермического распада аустенита.

9. Химико-термическая обработка. Цементация.

10. Углеродистые стали. Классификация, маркировка.

11. Легированные конструкционные стали.

12. Легированные инструментальные стали.

13. Стали с особыми свойствами.

14. Чугуны.

15. Сплавы на основе меди.
16. Сплавы на основе алюминия.
17. Антифрикционные сплавы.
18. Полимеры.
19. Техническая керамика.
20. Композиционные материалы.
21. С помощью диаграммы состояния системы железо – цементит описать структурные превращения при нагреве и охлаждении сплава, содержащего 0,3% углерода. Как такой сплав называется и какова его структура при комнатной температуре?
22. Назначьте режим термической обработки для детали из стали 45 для получения твердости 30 HRC.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

### **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля успеваемости обучающегося без дополнительных контрольных испытаний.

3. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: подготовку, выполнение и защиту трех практических занятий; выполнение индивидуального задания, указанного в разделе 6.2 настоящей Программы.

### **9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы**

Учебным планом курсовая работа (проект) по дисциплине не предусмотрены.

Научная специальность подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

**2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов**

Кафедра «Технология металлов и материаловедение»

Дисциплина «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Семестр 7

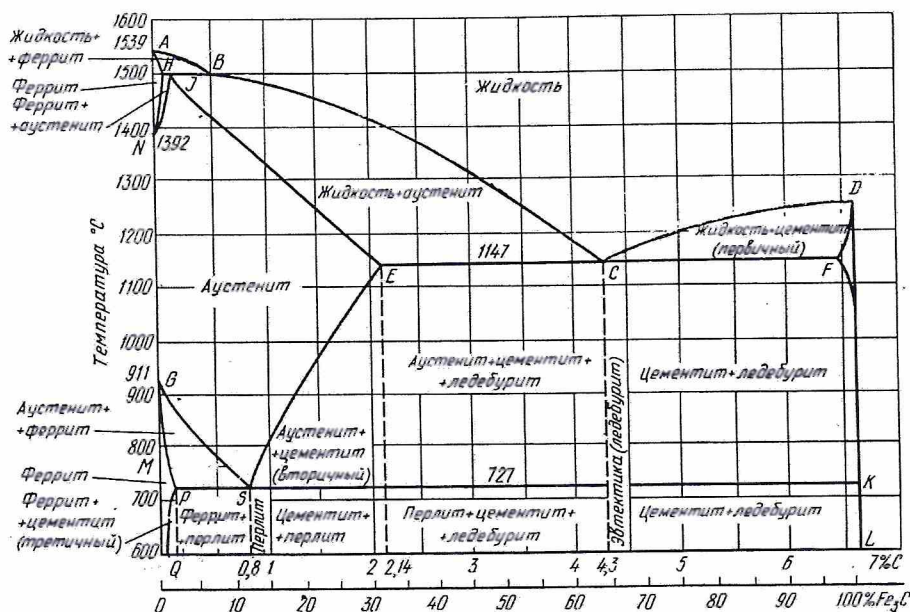
**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0, или 1, или 2 балла:

**Кристаллическое строение сплавов. Типы кристаллических решеток. Полиморфизм.**

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

**С помощью диаграммы состояния системы железо – цементит описать структурные превращения при нагреве и охлаждении сплава, содержащего 0,3% углерода. Как такой сплав называется и какова его структура при комнатной температуре?**



3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

**Назначьте режим термической обработки для детали из стали 45 для получения твердости 30 HRC.**

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: зав. кафедрой ТМиМ, к.т.н.

\_\_\_\_\_ Д.А. Барчуков

Заведующий кафедрой ТМиМ, к.т.н.

\_\_\_\_\_ Д.А. Барчуков