



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

Механико-технологический факультет  
*(наименование факультета/института)*  
Триботехническое материаловедение и технологии материалов  
*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
по учебной работе и цифровизации  
\_\_\_\_\_ В.А. Шкаберин  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Материаловедение**

*(наименование дисциплины)*

**2.6.17. Материаловедение**

*(код и наименование научной специальности)*

**Технические науки**

*(наименование отрасли наук)*

**высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации**

*(уровень образования)*

**Очная**

*(форма обучения)*

**2022**

*(год набора)*

Брянск 2022

## Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине

**Материаловедение***(наименование дисциплины)***2.6.17. Материаловедение***(код и наименование научной специальности)*

Разработал:

Зав. каф. «ТМиТМ»,

д.т.н., профессор

*(должность, ученая степень, ученое звание)**(подпись)*

Е.А. Памфилов

*(И.О. Фамилия)*

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Триботехническое материаловедение и технологии  
материалов

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

от «22» марта 2022 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой

д.т.н., профессор

*(ученая степень, ученое звание)**(подпись)*

Е.А. Памфилов

*(И.О. Фамилия)*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Программа кандидатского экзамена предназначена для сдачи аспирантами кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Материаловедение» по программе аспирантуры по научной специальности 2.6.17. Материаловедение.

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОВЕДЕНИЯ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Цель кандидатского экзамена – установить глубину профессиональных знаний аспиранта, уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Задачи:

- оценить уровень профессиональных знаний аспиранта в области материаловедения;
- оценить уровень владения методами и средствами научного исследования в материаловедении.

### 2. МЕСТО КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине «Материаловедение» является промежуточной аттестацией дисциплины «Материаловедение», относится к образовательному компоненту программы аспирантуры и реализуется на 4 курсе в 1 семестре.

### 3. ОБЪЕМ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Общая трудоемкость кандидатского экзамена по специальной дисциплине составляет 1 зачетная единица (36 академических часа).

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

#### 4.1. Структура программы кандидатского экзамена

Структура кандидатского экзамена представлена в виде тематического плана в таблице 2.

Таблица 2 – Тематический план кандидатского экзамена

№	Наименование раздела	Содержание раздела (дидактические единицы)
1	Теоретические основы материаловедения	1.1. Строение и свойства материалов: 1.1.1. Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. 1.1.2. Электронная структура. 1.1.3. Типы межатомных связей в кристаллах. 1.1.4. Кристаллическое строение твердых тел. 1.1.5. Типы кристаллических решеток металлов и их характеристика. 1.1.6. Реальное строение металлических и неметаллических кристаллов. 1.1.7. Анизотропия свойств кристаллов. 1.1.8. Дефекты кристаллического строения: точечные, линейные, поверхностные и объемные. 1.1.9. Дислокационная структура и прочность металлов.

		<p>1.2. Основы электронной теории твердых тел:</p> <p>1.2.1. Зонная теория твердых тел.</p> <p>1.2.2. Связь физических свойств с поведением электронов.</p> <p>1.2.3. Теплопроводность, электропроводность и электронная теплоемкость металлов.</p> <p>1.2.4. Термоэлектронная эмиссия.</p> <p>1.2.5. Сверхпроводимость.</p> <p>1.2.6. Электронное строение полупроводников и диэлектриков.</p> <p>1.2.7. Магнитные свойства материалов.</p> <p>1.2.8. Диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм.</p> <p>1.3. Формирование структуры металла при кристаллизации:</p> <p>1.3.1. Агрегатные состояния веществ.</p> <p>1.3.2. Энергетические условия и термодинамика процесса кристаллизации.</p> <p>1.3.3. Самопроизвольная и несамопроизвольная кристаллизация.</p> <p>1.3.4. Форма кристаллических образований.</p> <p>1.3.5. Строение слитка.</p> <p>1.3.6. Полиморфизм.</p> <p>1.3.7. Магнитные превращения.</p> <p>1.3.8. Аморфное состояние металлов.</p> <p>1.3.9. Аморфные сплавы.</p> <p>1.4. Строение пластически деформированных металлов:</p> <p>1.4.1. Структурные изменения в металлах в условиях холодной и горячей пластической деформации.</p> <p>1.4.2. Температура рекристаллизации.</p> <p>1.4.3. Строение металлов после возврата и рекристаллизации.</p> <p>1.4.4. Механизм и стадии процесса рекристаллизации.</p> <p>1.4.5. Условия реализации направленной кристаллизации.</p> <p>1.5. Основы теории сплавов:</p> <p>1.5.1. Условия термодинамического равновесия.</p> <p>1.5.2. Определение системы, фазы, структуры.</p> <p>1.5.3. Смеси, химические соединения, твердые растворы, промежуточные фазы.</p> <p>1.5.4. Правило фаз.</p> <p>1.5.5. Основные типы диаграмм состояния двойных сплавов и методы их построения.</p> <p>1.5.6. Эвтектическое и перитектическое превращения.</p> <p>1.5.7. Виды ликвации.</p> <p>1.5.8. Фазовые и структурные превращения в твердом состоянии.</p> <p>1.5.9. Эвтектоидное превращение.</p> <p>1.5.10. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния.</p> <p>1.6. Основы термической обработки:</p> <p>1.6.1. Фазовые превращения в стали при нагреве и охлаждении.</p> <p>1.6.2. Процесс образования аустенита при нагреве.</p> <p>1.6.3. Механизм превращений переохлажденного аустенита.</p> <p>1.6.4. Изотермические и термокинетические диаграммы.</p> <p>1.6.5. Влияние состава стали на процесс распада аустенита.</p> <p>1.6.6. Критическая скорость охлаждения при закалке.</p> <p>1.6.7. Мартенситное превращение, механизм и кинетика.</p>
2	Методы исследования структуры и физических	<p>2.1. Методы исследования структуры и фазового состава:</p> <p>2.1.1. Металлографические и фрактографические методы исследования.</p>

	свойств материалов	<p>2.1.2. Оптическая и электронная, в том числе дифракционная микроскопия.</p> <p>2.1.3. Просвечивающий и сканирующий электронные микроскопы.</p> <p>2.1.4. Рентгеновские методы исследования: структурный и спектральный методы анализа.</p>
3	Механические свойства материалов и методы их определения	<p>3.1. Схемы напряженного и деформированного состояний материалов:</p> <p>3.1.1. Плоское и объемное напряженные состояния.</p> <p>3.1.2. Плоская деформация.</p> <p>3.1.3. Концентрация напряжений.</p> <p>3.1.4. Остаточные напряжения, определение, классификация.</p> <p>3.2. Разрушение материалов:</p> <p>3.2.1. Виды разрушения материалов.</p> <p>3.2.2. Механизмы зарождения трещин.</p> <p>3.2.3. Силовые, деформационные и энергетические критерии локального разрушения.</p> <p>3.2.4. Трещиностойкость.</p> <p>3.2.5. Подходы механики разрушения к выбору конструкционных материалов, расчету размера допустимого дефекта и прогнозированию долговечности.</p> <p>3.2.6. Фрактография как метод количественной оценки механизма разрушения.</p> <p>3.3. Пластическая деформация и деформационное упрочнение:</p> <p>3.3.1. Процессы скольжения и двойникования.</p> <p>3.3.2. Краевые, винтовые и смешанные дислокации.</p> <p>3.3.3. Вектор Бюргерса.</p> <p>3.3.4. Скольжение и переползание дислокаций.</p> <p>3.3.5. Взаимодействие дислокаций между собой и с примесями.</p> <p>3.3.6. Особенности деформации монокристаллов и поликристаллов.</p> <p>3.3.7. Влияние границ зерен на пластическую деформацию поликристаллов.</p> <p>3.3.8. Дислокации.</p> <p>3.3.9. Сверхпластичность.</p> <p>3.3.10. Влияние пластической деформации на структуру и свойства материалов.</p> <p>3.3.11. Механизм упрочнения.</p> <p>3.3.12. Деформационное упрочнение.</p> <p>3.3.13. Упрочнение твердых растворов при взаимодействии дислокаций с примесями внедрения.</p> <p>3.3.14. Дисперсионное твердение.</p>
4	Технология, химико-термической термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов	<p>4.1. Термическая обработка стали:</p> <p>4.1.1. Основные виды термической обработки стали.</p> <p>4.1.2. Выбор вида термической обработки в зависимости от назначения изделия и условий его эксплуатации.</p> <p>4.1.3. Влияние термической обработки на свойства конструкционных сталей и сварных соединений.</p> <p>4.2. Химико-термическая обработка:</p> <p>4.2.1. Общие закономерности.</p> <p>4.2.2. Цементация с последующей термической обработкой.</p> <p>4.2.3. Азотирование.</p> <p>4.2.4. Влияние легирующих компонентов на толщину, твердость и</p>

		<p>износостойкость азотированного слоя.</p> <p>4.2.5. Структура и свойства азотированной стали.</p> <p>4.2.6. Нитроцементация стали.</p> <p>4.2.7. Диффузионная металлизация: алитирование, хромирование, силицирование и т.п.</p> <p>4.2.8. Многокомпонентные покрытия.</p> <p>4.2.9. Диффузионное насыщение в ионизированных газовых средах.</p>
5	Металлы и сплавы в машиностроении	<p>5.1. Конструкционные и коррозионностойкие стали:</p> <p>5.1.1. Общие принципы легирования и структура коррозионно-стойких сталей.</p> <p>5.1.2. Хромистые, хромоникелевые, хромомарганцевоникелевые и хромазотистые аустенитные стали.</p> <p>5.1.3. Высоколегированные кислотостойкие стали.</p> <p>5.1.4. Жаростойкие и окислостойкие стали.</p> <p>5.2. Конструкционные углеродистые и легированные стали:</p> <p>5.2.1. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям.</p> <p>5.2.2. Металлургическое качество сталей.</p> <p>5.2.3. Классификация углеродистых сталей по качеству, структуре и областям применения.</p> <p>5.2.4. Влияние углерода и примесей на свойства углеродистых сталей.</p> <p>5.2.5. Углеродистые качественные стали.</p> <p>5.2.6. Автоматные стали.</p> <p>5.2.7. Углеродистые инструментальные стали.</p> <p>5.2.8. Легированные стали.</p> <p>5.2.9. Влияние легирующих компонентов и примесей на дислокационную структуру и свойства сталей.</p> <p>5.2.10. Классификация и маркировка легированных сталей.</p> <p>5.2.11. Цементуемые (нитроцементуемые) легированные стали.</p> <p>5.2.12. Улучшаемые легированные стали.</p> <p>5.2.13. Пружинные стали общего назначения.</p> <p>5.2.14. Шарикоподшипниковые стали.</p> <p>5.2.15. Износостойкие стали.</p> <p>5.3. Металлы и сплавы с особыми свойствами:</p> <p>5.3.1. Магнитные материалы.</p> <p>5.3.2. Классификация материалов по магнитным свойствам.</p> <p>5.3.3. Кривая намагничивания.</p> <p>5.3.4. Процессы, происходящие при намагничивании монокристалла.</p> <p>5.3.5. Низкочастотные и высокочастотные магнитомягкие материалы.</p> <p>5.3.6. Магнитотвердые деформируемые, литые и спеченные материалы.</p> <p>5.3.7. Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами.</p> <p>5.3.8. Сплавы с заданными коэффициентом теплового расширения и модулем упругости.</p> <p>5.3.9. Проводниковые и полупроводниковые материалы.</p> <p>5.3.10. Электропроводность твердых тел.</p> <p>5.3.11. Материалы высокой проводимости: проводниковые, припой, сверхпроводники.</p> <p>5.3.12. Сплавы повышенного электросопротивления.</p>

		<p>5.3.13. Контактные материалы.</p> <p>5.3.14. Полупроводниковые материалы.</p> <p>5.3.15. Кристаллофизические методы получения сверхчистых материалов.</p> <p>5.3.16. Легирование полупроводников.</p> <p>5.3.17. Материалы атомной техники.</p> <p>5.3.18. Конструкционные материалы.</p> <p>5.3.19. Ядерное горючее.</p> <p>5.4. Чугуны:</p> <p>5.4.1. Свойства и назначение чугунов, принципы классификации.</p> <p>5.4.2. Белые, серые, высокопрочные и ковкие чугуны.</p> <p>5.4.3. Фазовые превращения при термической обработке чугуна.</p> <p>5.4.4. Применение в машиностроении.</p>
6	Неметаллические материалы в машиностроении	<p>6.1. Композиционные материалы:</p> <p>6.1.1. Принципы создания и основные типы композиционных материалов.</p> <p>6.1.2. Композиционные материалы с нуль-мерными и одномерными наполнителями.</p> <p>6.1.3. Эвтектические композиционные материалы.</p> <p>6.1.4. Композиционные материалы на неметаллической основе.</p> <p>6.1.5. Механические свойства композиционных материалов, моделирование на ЭВМ разрушения композиционных материалов с использованием свойств армирующих волокон, объемной доли и свойств матрицы.</p> <p>6.1.6. Механизм разрушения.</p> <p>6.1.7. Основы расчета на прочность изделий из композиционных материалов.</p> <p>6.1.8. Способы компьютерного моделирования состава, структуры, свойств и процесса разрушения композиционных материалов.</p> <p>6.1.9. Области и перспективы применения композиционных материалов в машиностроении.</p> <p>6.2. Ситалы, керамические и другие неорганические материалы:</p> <p>6.2.1. Строение, свойства и виды технического стекла, ситалов, фарфора и фаянса.</p> <p>6.2.2. Тугоплавкие соединения, основные типы, состав, структура, свойства, методы получения (в том числе, СВС – самораспространяющийся высокотемпературный синтез).</p> <p>6.2.3. Нанокристаллические материалы.</p> <p>6.2.4. Стекланные смазки и защитные покрытия.</p> <p>6.2.5. Эмали для защиты металлов.</p> <p>6.2.6. Техническая керамика.</p> <p>6.2.7. Огнеупорные и конструкционные керамические материалы.</p> <p>6.2.8. Применение керамики в машиностроении.</p> <p>6.2.9. Графит и его модификации в качестве конструкционных материалов.</p>

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы:

#### *а) основная литература:*

1. Лахтин, Ю. М. Материаловедение [Текст]: учеб. / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. - 6-е изд., стер., перепеч. с 3-го изд. 1990 г. - М.: Альянс, 2011. - 528 с. - ISBN 978-5-91872-012-7
2. Плошкин, В. В. Материаловедение [Текст]: учеб. пособие / В. В. Плошкин. - 2-е изд., перераб и доп. - М.: Юрайт, 2013. - 463 с. - ISBN 978-5-9916-2480-0
3. Фетисов, Г.П. Материаловедение и технология материалов [Текст]: Учеб. / Под ред. Г.П. Фетисова. - М.: Юрайт, 2014. - ISBN 978-5-9916-2607-1.

#### *б) дополнительная литература:*

1. Раков, Э. Г. Неорганические наноматериалы [Текст]: учеб. пособие / Э. Г. Раков. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2014. - 477 с. - ISBN 978-5-9963-0625-1
2. Гаркушин, И. К. Физико-химический анализ - основа современного материаловедения [Текст]: учеб. пособие / И. К. Гаркушин, М. А. Сухаренко, М. А. Демина; Самар. гос. техн. ун-т. - Самара, 2014. - 416 с. - ISBN 978-5-7964-1743-0
3. Готтштайн, Г. Физико-химические основы материаловедения [Текст]: учеб. пособие: пер. с англ. / ред. В. П. Зломанов. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2013. - 400 с. - ISBN 978-5-94774-769-0
4. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении [Текст]: учеб. пособие / С. И. Богодухов [и др.]; ред. С. И. Богодухов. - Старый Оскол: ТНТ, 2013. - 559 с. - ISBN 978-594178-220-8
5. Пугачева, Т. М. Основы теории термической обработки [Текст] : учеб. пособие / Т. М. Пугачева ; Самар. гос. техн. ун-т. - Самара, 2012. - 65 с.
6. Морозова, Е. А. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст]: учеб.-метод. пособие / Е. А. Морозова, В. С. Муратов; Самар. гос. техн. ун-т. - Самара: [б. и.], 2012. - 295 с.
7. Физическое материаловедение [Текст]: учеб.: в 7 т. / Нац. исслед. ядерн. ун-т "МИФИ"; под ред. Б. А. Калина. - 2-е изд., перераб. - М.: НИЯУ МИФИ. Т. 2: Основы материаловедения / Г. Н. Елманов, Б. А. Калинин, С. А. Кохтев и др. - 2012. - 602 с. - ISBN 978-5-7262-1807
8. Физическое материаловедение [Текст]: учеб.: в 7 т. / Нац. исслед. ядерн. ун-т "МИФИ"; под ред. Б. А. Калина. - 2-е изд., перераб. - М.: НИЯУ МИФИ. Т. 3: Методы исследования структурно-фазового состояния материалов / Н. В. Волков [и др.]. - 2012. - 800 с. - ISBN 978-5-7262-1814-4
9. Физическое материаловедение [Текст]: учеб.: в 7 т. / Нац. исслед. ядерн. ун-т "МИФИ"; под ред. Б. А. Калина. - 2-е изд., перераб. - М.: НИЯУ МИФИ. Т. 5: Материалы с заданными свойствами / М. И. Алымов, М. А. Буракова, Г. Н. Елманов и др. - 2012. - 699 с. - ISBN 978-5-7262-1793-2
10. Реслер, И. Механическое поведение конструкционных материалов [Текст]: учеб. пособие: пер.с нем. / И. Реслер, Х. Хардерс, М. Бекер. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 502 с. - ISBN 978-5-91559-081-5
11. Каллистер, У. Д. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры) [Текст]: пер. с англ. 3-го изд. / У. Д. Каллистер,



Д. Дж. Ретвич; под ред. А. Я. Малкина. - СПб.: Науч. основы и технологии, 2011. - 895 с. - ISBN 978-5-91703-022-7

12. Эшби, М. Конструкционные материалы [Текст]: полн. курс: учеб. пособие / М. Эшби, Д. Джонс ; пер. с 3-го англ. изд., под ред. С. Л. Баженова. - Долгопрудный: Интеллект, 2010. - 671 с. - ISBN 978-5-91559-060-0

13. Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях [Текст]: учеб.-справ. рук. / В. А. Струк [и др.]. - Долгопрудный: Интеллект, 2010. - 535 с. - ISBN 978-5-91559-068-6

## **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для сдачи кандидатского экзамена:**

1. Единое окно доступа к информационным ресурсам (<http://window.edu.ru>).

2. Национальная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).

3. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» (<http://school-collection.edu.ru>).

4. Федеральный Интернет-портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>).

5. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).

6. Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).

7. Сайт ФГБУ Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА**

Для обеспечения проведения кандидатского экзамена имеется следующая материально-техническая база:

– учебная аудитория, оснащенная комплектом мебели и доской, для проведения консультаций и кандидатского экзамена;

– компьютерные классы с постоянным доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также читальные залы научной библиотеки БГТУ для самостоятельной работы аспирантов.

## **7. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Проведение кандидатского экзамена для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья проводится с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

При проведении промежуточной аттестации обеспечивается соблюдение следующих требований:

- для аспирантов из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья промежуточная аттестация проводится с учетом особенностей психофизическо-

го развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (далее - индивидуальные особенности);

- проведение мероприятий по промежуточной аттестации для лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с аспирантами, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, допускается, если это не создает трудностей для аспирантов;

- присутствие в аудитории ассистента, оказывающего аспирантам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, понять и оформить задание, общаться с преподавателем);

- предоставление аспирантам при необходимости услуги с использованием русского жестового языка, включая обеспечение допуска на объект сурдопереводчика, тифлопереводчика (в организации должен быть такой специалист в штате (если это востребованная услуга) или договор с организациями системы социальной защиты по предоставлению таких услуг в случае необходимости);

- предоставление аспирантам права выбора последовательности выполнения задания и увеличение времени выполнения задания (по согласованию с преподавателем);

- по желанию аспиранта устный ответ при контроле знаний может проводиться в письменной форме или наоборот, письменный ответ заменен устным.

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ АСПИРАНТОВ**

Сдача аспирантом кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Материаловедение» относится к оценке результатов освоения дисциплины «Материаловедение», осуществляемой в рамках промежуточной аттестации.

Для приема кандидатского экзамена по специальной дисциплине создается экзаменационная комиссия. Регламент работы экзаменационной комиссии определяется Положением об экзаменационной комиссии и порядке приема кандидатских экзаменов в БГТУ.

### **Шкала оценивания**

Уровень знаний аспиранта определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### **Показатели и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Оценка «отлично» - аспирант дает полные, исчерпывающие и аргументированные ответы; грамотно использует научную терминологию; умеет связывать теорию с практикой, высказывать и обосновывать свои суждения. Во время экзамена аспирант должен подробно ответить на три вопроса экзаменационного билета.

Оценку «хорошо» - аспирант дает достаточно полные и аргументированные ответы; применяет научную терминологию, но при этом допускает ошибку или неточность в определениях, понятиях; умеет связывать теорию с практикой, высказывать и обосновывать свои суждения. Во время экзамена аспирант

должен подробно ответить на три вопроса экзаменационного билета. Допускаются незначительные недочеты и неточности, которые аспирант исправляет самостоятельно в процессе беседы с экзаменационной комиссией.

Оценку «удовлетворительно» - аспирант дает неполные и слабо аргументированные ответы; допускает существенные терминологические неточности; частично аргументирует собственную позицию или точку зрения. Во время экзамена аспирант должен подробно ответить на один вопрос экзаменационного билета и частично на два других вопроса.

Оценку «неудовлетворительно» - отмечается отсутствие знания терминологии, научных оснований, признаков, характеристик рассматриваемой проблемы; не представлена собственная точка зрения по данному вопросу. Во время экзамена аспирант частично отвечает на вопросы.

## **8.1. Контрольно-измерительные материалы для промежуточной аттестации аспирантов**

### **8.1.1. Вопросы для промежуточной аттестации аспирантов**

1. Термическая обработка стали.
2. Основные виды термической обработки стали.
3. Выбор вида термической обработки в зависимости от назначения изделия и условий его эксплуатации.
4. Влияние термической обработки на свойства конструкционных сталей и сварных соединений.
5. Химико-термическая обработка. Общие закономерности.
6. Цементация с последующей термической обработкой.
7. Азотирование.
8. Влияние легирующих компонентов на толщину, твердость и износостойкость азотированного слоя.
9. Структура и свойства азотированной стали.
10. Нитроцементация стали.
11. Диффузионная металлизация: алитирование, хромирование, силицирование и т.п.
12. Многокомпонентные покрытия.
13. Диффузионное насыщение в ионизированных газовых средах.
14. Термомеханическая обработка.
15. Основные виды: предварительная высокотемпературная, низкотемпературная.
16. Структура и свойства материалов после термомеханической обработки.
17. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия концентрированных потоков энергии.
18. Поверхностное легирование и термическая обработка при лазерном и электронно-лучевом нагреве.
19. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия пластической деформации.

20. Физическая сущность процесса.
21. Роль остаточных напряжений. Области применения.
22. Деформация изделий при их обработке и способы ее предупреждения.
23. Критерии прочности, надежности, долговечности и износостойкости.
24. Методы повышения конструкционной прочности.
25. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям.
26. Металлургическое качество сталей.
27. Классификация углеродистых сталей по качеству, структуре и областям применения.
28. Влияние углерода и примесей на свойства углеродистых сталей.
29. Углеродистые качественные стали.
30. Автоматные стали.
31. Углеродистые инструментальные стали.
32. Легированные стали.
33. Влияние легирующих компонентов и примесей на дислокационную структуру и свойства сталей.
34. Классификация и маркировка легированных сталей.
35. Цементуемые (нитроцементуемые) легированные стали.
36. Улучшаемые легированные стали.
37. Пружинные стали общего назначения.
38. Шарикоподшипниковые стали.
39. Износостойкие стали.
40. Принципы легирования.
41. Мартенситное превращение.
42. Влияние легирующих элементов на кинетику фазовых превращений и особенности термической обработки.
43. Экономнолегированные мартенситностареющие стали.
44. Свойства мартенситностареющих сталей и области применения.
45. Общие принципы легирования и структура коррозионностойких сталей.
46. Хромистые, хромоникелевые, хромомарганцевоникелевые и хромозотистые аустенитные стали.
47. Высоколегированные кислотостойкие стали.
48. Жаростойкие и окислостойкие стали.
49. Принципы легирования жаропрочных сталей и сплавов.
50. Упрочняющие фазы.
51. Жаропрочные стали перлитного и мартенситного классов.
52. Жаропрочные стали аустенитного класса с карбидным и интерметаллидным упрочнением. Жаропрочные и жаростойкие никелевые сплавы.
53. Термическая обработка жаропрочных никелевых сплавов.
54. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе.
55. Области применения в машиностроении.
56. Классификация инструментальных сталей по теплостойкости, структуре и областям применения.
57. Быстрорежущая сталь и особенности ее термической обработки.

58. Штамповые стали для деформирования в горячем и холодном состоянии.
59. Стали для форм литья под давлением и прессования.
60. Свойства и назначение чугунов, принципы классификации.
61. Белые, серые, высокопрочные и ковкие чугуны.
62. Фазовые превращения при термической обработке чугуна.
63. Применение в машиностроении.
64. Алюминий и его сплавы.
65. Классификация алюминиевых сплавов.
66. Деформируемые алюминиевые сплавы.
67. Литейные алюминиевые сплавы. Особенности термической обработки.
68. Спеченные алюминиевые сплавы. Технологические и механические свойства.
69. Области применения алюминия и его сплавов.
70. Магний и его сплавы.
71. Классификация магниевых сплавов. Деформируемые и литейные сплавы.
72. Термическая обработка магниевых сплавов.
73. Защита магниевых сплавов от коррозии.
74. Медь и ее сплавы. Влияние примесей на структуру и свойства меди.
75. Классификация медных сплавов.
76. Латунь, их свойства.
77. Строение и свойства оловянных, алюминиевых, свинцовых, марганцовистых и бериллиевых бронз.
78. Медноникелевые сплавы.
79. Области применения меди и ее сплавов.
80. Титан и его сплавы.
81. Классификация легирующих элементов и типы сплавов титана.
82. Механические, технологические и коррозионные свойства титановых сплавов.
83. Водородная хрупкость титановых сплавов.
84. Конструкционные и жаропрочные сплавы титана.
85. Особенности термической обработки.
86. Цинк, свинец, олово и их сплавы.
87. Припой на оловянистой и свинцовой основах.
88. Антифрикционные сплавы.
89. Магнитные материалы.
90. Классификация материалов по магнитным свойствам.
91. Кривая намагничивания.
92. Процессы, происходящие при намагничивании монокристалла.
93. Низкочастотные и высокочастотные магнитомягкие материалы.
94. Магнитотвердые деформируемые, литые и спеченные материалы.
95. Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами.
96. Сплавы с заданными коэффициентом теплового расширения и модулем упругости.
97. Проводниковые и полупроводниковые материалы.
98. Электропроводность твердых тел.

99. Материалы высокой проводимости: проводниковые, припой, сверхпроводники.

100. Сплавы повышенного электросопротивления.

101. Контактные материалы.

102. Полупроводниковые материалы. Строение и свойства.

103. Кристаллофизические методы получения сверхчистых материалов.

104. Легирование полупроводников.

105. Материалы атомной техники.

106. Конструкционные материалы.

107. Ядерное горючее.

108. Теплоносители.

109. Материалы, обладающие эффектом памяти формы.

110. Классификация, структура, физико-механические свойства.

111. Применение в машиностроении.

112. Классификация и структура полимерных материалов.

113. Молекулярная структура полимеров.

114. Теории роста полимерных кристаллов.

115. Особенности механических свойств полимеров, обусловленные их строением. Релаксационные свойства.

116. Вязкое течение растворов и расплавов полимеров.

117. Старение и стабилизация полимеров.

118. Типы разрушения полимеров.

119. Влияние внешних факторов на процесс разрушения.

120. Физико-механические, адгезионные, фрикционные, антикоррозионные, диэлектрические свойства полимеров, методы исследования этих свойств.

121. Состав, классификация и свойства пластических масс.

122. Пластмассы на основе термопластичных и термореактивных полимеров.

123. Отвердители, наполнители, пластификаторы, катализаторы, пигменты, ингибиторы. Методы переработки пластмасс в изделия.

124. Материалы, технология и оборудование для получения полимерных покрытий.

125. Принципы создания и основные типы композиционных материалов.

126. Композиционные материалы с нуль-мерными и одномерными наполнителями.

127. Эвтектические композиционные материалы.

128. Композиционные материалы на неметаллической основе.

129. Механические свойства композиционных материалов, моделирование на ЭВМ разрушения композиционных материалов с использованием свойств армирующих волокон, объемной доли и свойств матрицы.

130. Механизм разрушения.

131. Основы расчета на прочность изделий из композиционных материалов.

132. Способы компьютерного моделирования состава, структуры, свойств и процесса разрушения композиционных материалов.

133. Области и перспективы применения композиционных материалов в машиностроении.

134. Состав и классификация резин.

135. Технология приготовления резиновых смесей и формирования деталей из резины.

136. Физико-механические свойства резины.

137. Влияние условий эксплуатации на свойства резин.

138. Применение резиновых материалов в машиностроении.

139. Строение, свойства и виды технического стекла, ситалов, фарфора и фаянса.

140. Тугоплавкие соединения, основные типы, состав, структура, свойства, методы получения (в том числе, СВС – самораспространяющийся высокотемпературный синтез).

141. Нанокристаллические материалы.

142. Стекланные смазки и защитные покрытия.

143. Эмали для защиты металлов.

144. Техническая керамика.

145. Огнеупорные и конструкционные керамические материалы.

146. Применение керамики в машиностроении.

147. Графит и его модификации в качестве конструкционных материалов.

148. Состав и классификация лакокрасочных материалов.

149. Особенности кремнийорганических покрытий.

150. Технологические методы нанесения лакокрасочных покрытий.

151. Технология нанесения лакокрасочных покрытий.

152. Сравнительные свойства лакокрасочных покрытий и их применение в машиностроении.

153. Клеящие материалы, состав и классификация. Физико-химическая природа.

154. Конструкционные клеи.

155. Состав клеевых соединений.

156. Методы получения клеевых соединений и их испытания.

157. Применение клеевых соединений в машиностроении.

158. Методика расчета экономического эффекта за счет рационального выбора и применения машиностроительных материалов.

159. Сравнительные данные по стоимости углеродистых сталей и сплавов, цветных металлов и сплавов, неметаллических материалов и области их эффективного применения.

160. Себестоимость различных операций термической и химикотермической, термомеханической обработки материалов.

161. Повышение надежности, долговечности и безопасности изделий машиностроения за счет применения новых материалов, обладающих уникальными физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами, а также экологической чистотой.

162. Совершенствование технических требований к материалам в нормативно-технической документации.