



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

**Механико-технологический факультет**  
*(наименование факультета/института)*  
**Кафедра «Машиностроение и материаловедение»**  
*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

**УТВЕРЖДАЮ**  
Первый проректор  
по учебной работе и цифровизации  
\_\_\_\_\_ **В.А. Шкаберин**  
«26» апреля 2024 г.

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

<b>«Материаловедение»</b> <i>(наименование дисциплины)</i>
<b>2.6.17. Материаловедение</b> <i>(код и наименование научной специальности)</i>
<b>Технические науки</b> <i>(наименование отрасли наук)</i>
<b>высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации</b> <i>(уровень образования)</i>
<b>очная</b> <i>(форма обучения)</i>
<b>2024</b> <i>(год набора)</i>

## Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине

---

«Материаловедение»

(наименование дисциплины)

---

2.6.17. Материаловедение

(код и наименование научной специальности)

Разработал:

Врио заведующего кафедрой «МиМ»,

Д.Т.Н., доцент

---

(должность, ученая степень, ученое звание)

---

(подпись)

К.В. Макаренко

---

(И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Машиностроение и материаловедение»

---

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

от «21» марта 2024 г., протокол № 6

Врио заведующего кафедрой

Д.Т.Н., доцент

---

(ученая степень, ученое звание)

---

(подпись)

К.В. Макаренко

---

(И.О. Фамилия)

© Макаренко К.В., 2024

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2024

## 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 сталях 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. Дисклинации.</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. Солнцев, Ю. П. Материаловедение : учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин. — 7-е изд. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2024. — 783 с. — ISBN 978-5-93808-416-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/132913.html> (дата обращения: 01.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Физические основы и технологии обработки современных материалов (теория, технология, структура и свойства). В 2-х томах. Т.I / О. А. Троицкий, Ю. В. Баранов, Ю. С. Авраамов, А. Д. Шляпин. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 590 с. — ISBN 978-5-4344-0757-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92019.html> (дата обращения: 06.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Физические основы и технологии обработки современных материалов (теория, технология, структура и свойства). В 2-х томах. Т.II / О. А. Троицкий, Ю. В. Баранов, Ю. С. Авраамов, А. Д. Шляпин. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 468 с. — ISBN 978-5-4344-0758-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92020.html> (дата обращения: 06.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. Земсков, Ю. П. Материаловедение / Ю. П. Земсков, Е. В. Асмолова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-507-44226-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/217394> (дата обращения: 06.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Наноматериалы и нанотехнологии / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко ; Под ред.: Пряхин Е. И.. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 372 с. — ISBN 978-5-507-46915-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/323648> (дата обращения: 05.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Котлярова, И. А. Полимерные композиционные материалы : практикум для вузов / И. А. Котлярова, Д. А. Илюшкин ; И. А. Котлярова, Д. А. Илюшкин. - Брянск : БГТУ, 2020. - 88 с. : ил. - Режим доступа: для зарегистрированных читателей НБ БГТУ. - Текст: электронный. - 34 р. 91 к.

7. Котлярова, И. А. Строение и свойства полимерных материалов : практикум для вузов / И. А. Котлярова, Д. А. Илюшкин, О. В. Петраков ; И. А. Котлярова, Д. А. Илюшкин, О. В. Петраков. - Брянск : БГТУ, 2020. - 88 с. : ил. - Режим доступа: для зарегистрированных читателей НБ БГТУ. - Текст: электронный. - 34 р. 91 к.

*б) дополнительная литература:*

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении : учеб. пособие для вузов / С. И. Богодухов [и др.] ; под общ. ред. С. И. Богодухова. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 559 с. : ил. - ISBN 978-5-94178-220-8 : 635 р. 5 экз.

2. Материалы и аддитивные технологии. Современные материалы для аддитивных технологий : учебное пособие / А. А. Попович, В. Ш. Суфияров, Н. Г. Разумов [и др.]. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021. — 204 с. — ISBN 978-5-7422-7090-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116134.html> (дата обращения: 02.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Материаловедение и технологии обработки материалов : учебное пособие / О. А. Маркелова, В. А. Кошуро, В. М. Таран, А. А. Фомин. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2022. — 168 с. — ISBN 978-5-7433-3522-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/128032.html> (дата обращения: 01.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/128032>.

4. Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пириайнен. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 664 с. — ISBN 978-5-507-47201-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/340061> (дата обращения: 05.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Иванов, Н. Б. Физика и химия материалов и покрытий : учебное пособие / Н. Б. Иванов, М. Р. Файзуллина. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 320 с. — ISBN 978-5-7882-2214-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/79585.html> (дата обращения: 05.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6. Перинский, В. В. Специальные материалы, покрытия и технологии в машиностроении : учебное пособие / В. В. Перинский, В. Н. Лясников, Г. П. Фетисов. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2012. — 429 с. — ISBN 978-5-7433-2539-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/76514.html> (дата обращения: 05.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/76514>.

7. Защитные покрытия : учебное пособие / М. Л. Лобанов, Н. И. Кардонина, Н. Г. Россина, А. С. Юровских ; под редакцией Ю. Г. Эйсмонт. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 200 с. — ISBN 978-5-7996-1101-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/69595.html> (дата обращения: 05.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

8. Сошина, Т. О. Новые материалы и технологии / Т. О. Сошина, В. Н. Трофимов. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 196 с. — ISBN 978-5-507-47882-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/356036> (дата обращения: 05.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Смирнов, В. И. Физические основы нанотехнологий и наноматериалы : учебное пособие / В. И. Смирнов. — Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2017. — 241 с. — ISBN 978-5-9795-1731-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106130.html> (дата обращения: 05.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

10. Заикин, А. Е. Полимерные композиционные материалы : учебное пособие / А. Е. Заикин. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 292 с. — ISBN 978-5-7882-2429-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95010.html> (дата обращения: 12.10.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

11. Шишенок, М. В. Современные полимерные материалы : учебное пособие / М. В. Шишенок. — Минск : Вышэйшая школа, 2017. — 280 с. — ISBN 978-985-06-2902-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90825.html> (дата обращения: 12.10.2023). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

## **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 психофизического 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. Влияние термической обработки на свойства конструкционных сталей и сварных соединений.
4. Химико-термическая обработка. Общие закономерности.
5. Цементация с последующей термической обработкой.
6. Азотирование.
7. Структура и свойства азотированной стали.
8. Нитроцементация стали.
9. Диффузионная металлизация: алитирование, хромирование, силицирование и т.п.
10. Диффузионное насыщение в ионизированных газовых средах.
11. Термомеханическая обработка.

12. Структура и свойства материалов после термомеханической обработки.
13. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия концентрированных потоков энергии.
14. Поверхностное легирование и термическая обработка при лазерном и электронно-лучевом нагреве.
15. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия пластической деформации.
16. Деформация изделий при их обработке и способы ее предупреждения.
17. Критерии прочности, надежности, долговечности и износостойкости.
18. Методы повышения конструкционной прочности.
19. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям.
20. Металлургическое качество сталей.
21. Классификация углеродистых сталей по качеству, структуре и областям применения.
22. Влияние углерода на свойства углеродистых сталей.
23. Углеродистые качественные стали.
24. Автоматные стали.
25. Углеродистые инструментальные стали.
26. Легированные конструкционные стали.
27. Влияние легирующих компонентов на дислокационную структуру и свойства сталей.
28. Маркировка легированных сталей.
29. Цементуемые (нитроцементуемые) легированные стали.
30. Улучшаемые легированные стали.
31. Пружинные стали общего назначения.
32. Шарикоподшипниковые стали.
33. Износостойкие стали.
34. Принципы легирования.
35. Мартенситное превращение.
36. Влияние легирующих элементов на кинетику фазовых превращений и особенности термической обработки.
37. Экономнолегированные мартенситностареющие стали.
38. Свойства мартенситностареющих сталей и области применения.
39. Общие принципы легирования и структура коррозионностойких сталей.
40. Хромистые, хромоникелевые, хромомарганцевоникелевые и хромозотистые аустенитные стали.
41. Жаростойкие и окалиностойкие стали.
42. Принципы легирования жаропрочных сталей и сплавов.
43. Жаропрочные стали перлитного и мартенситного классов.
44. Жаропрочные стали аустенитного класса с карбидным и интерметаллидным упрочнением. Жаропрочные и жаростойкие никелевые сплавы.
45. Термическая обработка жаропрочных никелевых сплавов.
46. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе.
47. Классификация инструментальных сталей по теплостойкости, структу-

ре и областям применения.

48. Быстрорежущая сталь и особенности ее термической обработки.
49. Штамповые стали для деформирования в горячем и холодном состоянии.
50. Стали для форм литья под давлением и прессования.
51. Свойства и назначение чугунов, принципы классификации.
52. Фазовые превращения при термической обработке чугуна.
53. Применение чугунов в машиностроении.
54. Алюминий и его сплавы.
55. Классификация алюминиевых сплавов.
56. Деформируемые алюминиевые сплавы.
57. Литейные алюминиевые сплавы. Особенности термической обработки.
58. Спеченные алюминиевые сплавы. Технологические и механические свойства.
59. Области применения алюминия и его сплавов.
60. Магний и его сплавы.
61. Классификация магниевых сплавов. Деформируемые и литейные сплавы.
62. Термическая обработка магниевых сплавов.
63. Защита магниевых сплавов от коррозии.
64. Медь и ее сплавы. Влияние примесей на структуру и свойства меди.
65. Классификация медных сплавов.
66. Латунь, их свойства.
67. Строение и свойства оловянных, алюминиевых, свинцовых, марганцовистых и бериллиевых бронз.
68. Медноникелевые сплавы.
69. Области применения меди и ее сплавов.
70. Титан и его сплавы.
71. Классификация легирующих элементов и типы сплавов титана.
72. Механические, технологические и коррозионные свойства титановых сплавов.
73. Водородная хрупкость титановых сплавов.
74. Конструкционные и жаропрочные сплавы титана.
75. Цинк, свинец, олово и их сплавы.
76. Припой на оловянистой и свинцовой основах.
77. Антифрикционные сплавы.
78. Магнитные материалы.
79. Классификация материалов по магнитным свойствам.
80. Низкочастотные и высокочастотные магнитомягкие материалы.
81. Магнитотвердые деформируемые, литые и спеченные материалы.
82. Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами.
83. Сплавы с заданными коэффициентом теплового расширения и модулем упругости.
84. Проводниковые и полупроводниковые материалы.
85. Материалы высокой проводимости: проводниковые, припой, сверхпроводники.
86. Сплавы повышенного электросопротивления.

87. Контактные материалы.
88. Полупроводниковые материалы. Строение и свойства.
89. Кристаллофизические методы получения сверхчистых материалов.
90. Легирование полупроводников.
91. Материалы атомной техники.
92. Материалы, обладающие эффектом памяти формы.
93. Классификация и структура полимерных материалов.
94. Молекулярная структура полимеров.
95. Теории роста полимерных кристаллов.
96. Особенности механических свойств полимеров, обусловленные их строением. Релаксационные свойства.
97. Вязкое течение растворов и расплавов полимеров.
98. Старение и стабилизация полимеров.
99. Типы разрушения полимеров.
100. Физико-механические, адгезионные, фрикционные, антикоррозионные, диэлектрические свойства полимеров, методы исследования этих свойств.
101. Состав, классификация и свойства пластических масс.
102. Пластмассы на основе термопластичных и термореактивных полимеров.
103. Отвердители, наполнители, пластификаторы, катализаторы, пигменты, ингибиторы. Методы переработки пластмасс в изделия.
104. Материалы, технология и оборудование для получения полимерных покрытий.
105. Принципы создания и основные типы композиционных материалов.
106. Композиционные материалы с нуль-мерными и одномерными наполнителями.
107. Эвтектические композиционные материалы.
108. Композиционные материалы на неметаллической основе.
109. Механические свойства композиционных материалов, моделирование на ЭВМ разрушения композиционных материалов с использованием свойств армирующих волокон, объемной доли и свойств матрицы.
110. Основы расчета на прочность изделий из композиционных материалов.
111. Способы компьютерного моделирования состава, структуры, свойств и процесса разрушения композиционных материалов.
112. Области и перспективы применения композиционных материалов в машиностроении.
113. Состав и классификация резин.
114. Технология приготовления резиновых смесей и формирования деталей из резины.
115. Физико-механические свойства резины.
116. Влияние условий эксплуатации на свойства резин.
117. Применение резиновых материалов в машиностроении.
118. Строение, свойства и виды технического стекла, ситалов, фарфора и фаянса.

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

120. Нанокристаллические материалы.

121. Стекланные смазки и защитные покрытия.

122. Эмали для защиты металлов.

123. Техническая керамика.

124. Огнеупорные и конструкционные керамические материалы.

125. Применение керамики в машиностроении.

126. Графит и его модификации в качестве конструкционных материалов.

127. Состав и классификация лакокрасочных материалов.

128. Особенности кремнийорганических покрытий.

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

130. Конструкционные клеи.

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

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

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

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

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