



**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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

«Материаловедение»
(наименование дисциплины)

2.6.17. Материаловедение
(код и наименование научной специальности)

Технические науки
(наименование отрасли науки)

высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации
(уровень образования)

очная
(форма обучения)

2024
(год набора)

Брянск 2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

«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

Дисциплина «Материаловедение» направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине по научной специальности 2.6.17. Материаловедение.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является подготовка аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине по научной специальности 2.6.17. Материаловедение.

Основные задачи освоения дисциплины:

- углубление и расширение теоретических знаний по материаловедению;
- овладение методами и средствами научного исследования в материаловедении;
- систематизация знаний в области материаловедения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Материаловедение» относится к образовательному компоненту программы аспирантуры и реализуется на 4 курсе в 1 семестре.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

По окончании освоения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

знать:

- современные процессы получения перспективных материалов и производство из них изделий, их преимущества и недостатки с позиций современного уровня развития техники и технологий;
- основные способы оценки экономических показателей основных технологических процессов получения и обработки новых материалов и изделий;
- основные нормативные требования по обеспечению безопасности производственной и эксплуатационной деятельности в процессах получения и обработки материалов;
- особенности технологических процессов и технологического контроля при производстве материалов и изделий;
- основные методики разработки мероприятий по реализации исследовательских проектов и программ в области получения и обработки материалов;
- основные стандарты и сертификаты материалов, основных технологических процессов и оборудования при получении и обработке материалов;
- различные методы исследования свойств материалов; испытания для оценки свойств; методы обработки результатов экспериментальных и компьютерных исследований;

уметь:

- излагать теоретический и практический материал, связанный с современными процессами получения перспективных материалов и производство из них изделий;
- обосновывать экономическую целесообразность разрабатываемых технологических процессов получения и обработки новых материалов и изделий;
- применять на практике основные нормативные требования по обеспечению безопасности производственной и эксплуатационной деятельности в процессах получения и обработки материалов;
- самостоятельно разрабатывать планы технологических экспериментов и осуществлять технологический контроль при производстве материалов и изделий;
- осуществлять разработку мероприятий по реализации исследовательских проектов и программ в области получения и обработки материалов;
- организовывать работу по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов, а также сертификации материалов, процессов и оборудования;
- рационально выбирать методы исследования и испытания; в совершенстве создавать модели рабочих процессов и явлений, существующих и вновь разрабатываемых образцов машиностроительных материалов; адекватно оценивать результаты технического эксперимента; планировать компьютерный эксперимент.

владеть:

- основными понятиями и терминологическим материалом при описании современных процессов получения перспективных материалов и производство из них изделий;
- основными навыками по проведению работ, направленных на снижение стоимости и повышения качества новых материалов;
- основными навыками по разработке документации по обеспечению безопасности производственной и эксплуатационной деятельности в процессах получения и обработки материалов;
- навыками и способностью применять на практике знания по проведению технологических экспериментов и технологического контроля процессов производства материалов и изделий;
- навыками и способностью самостоятельно разрабатывать мероприятия по реализации исследовательских проектов и программ в области получения и обработки материалов;
- навыками по сертификации материалов, технологических процессов получения и обработки материалов и оборудования, а также по созданию системы качества в указанных областях;
- навыками моделирования и методами испытаний различных материалов; навыками анализа результатов математического моделирования рабочих процессов и явлений, существующих и вновь разрабатываемых образцов машиностроительных материалов.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 академических часа). Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом программы аспирантуры	Трудоемкость, час.	
	Всего	Семестр
		7
1. Контактная работа, в том числе:	36	36
1.1. Лекции	18	18
1.2. Практические занятия,	18	18
2. Самостоятельная работа	72	72
Общая трудоемкость (з.е. 108)	108	108

5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины представлена в виде тематического плана в таблице 2.

Таблица 2 – Тематический план дисциплины

№	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. 1.2. Основы электронной теории твердых тел: 1.2.1. Зонная теория твердых тел. 1.2.2. Связь физических свойств с поведением электронов. 1.2.3. Теплопроводность, электропроводность и электронная теплоемкость металлов. 1.2.4. Термоэлектронная эмиссия. 1.2.5. Сверхпроводимость. 1.2.6. Электронное строение полупроводников и диэлектриков. 1.2.7. Магнитные свойства материалов. 1.2.8. Диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм. 1.3. Формирование структуры металла при кристаллизации:

		<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 свойств материалов	<p>2.1. Методы исследования структуры и фазового состава:</p> <p>2.1.1. Металлографические и фрактографические методы исследования.</p> <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 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-</p>

	<p>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>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий представлена в таблице 3.

Таблица 3 -Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, час.			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
1.	Теоретические основы материаловедения	18	3	3	12
2.	Методы исследования структуры и физических свойств материалов	18	3	3	12
3.	Механические свойства материалов и методы их определения	18	3	3	12
4.	Технология, химико-термической	18	3	3	12

	термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов				
5.	Металлы и сплавы в машиностроении	18	3	3	12
6.	Неметаллические материалы в машиностроении	18	3	3	12
	Всего часов	108	18	18	72

5.3. Лекции

Перечень занятий лекционного типа, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Тематика и содержание лекций

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Трудоемкость (час.)
1	1	Теоретические основы материаловедения	3
2	2	Методы исследования структуры и физических свойств материалов	3
3	3	Механические свойства материалов и методы их определения	3
4	4	Технология, химико-термической термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов	3
5	5	Металлы и сплавы в машиностроении	3
6	6	Неметаллические материалы в машиностроении	3
Итого			18

5.4. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы.

Перечень практических занятий, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и содержание практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1	1	Теоретические основы материаловедения	3
2	2	Методы исследования структуры и физических свойств материалов	3
3	3	Механические свойства материалов и методы их определения	3
4	4	Технология, химико-термической термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов	3
5	5	Металлы и сплавы в машиностроении	3
6	6	Неметаллические материалы в машиностроении	3
Итого			18

5.5. Самостоятельная работа аспиранта

Виды самостоятельной работы аспиранта представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Виды самостоятельной работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы
1	1	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы;
2	2	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы;
3	3	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы;
4	4	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы;
5	5	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы;
6	6	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы;
7	1-6	Подготовка к кандидатскому экзамену

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины применяются следующие образовательные технологии представленные в таблице 6.

Таблица 6 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

Вид учебной работы	Виды образовательных технологий
Лекции	Мультимедиа-лекция Проблемная лекция Лекция с разбором конкретных ситуаций Лекция-обсуждение
Практические занятия	Групповые дискуссии. Решение практических задач.
Самостоятельная работа	Индивидуальные исследования Технология индивидуализации обучения
Текущий контроль	Технология оценивания качества знаний на основе балльной оценки. Опрос по тематическим блокам дисциплины.

7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В электронной информационно-образовательной среде БГТУ размещается электронный курс дисциплины, включающий в себя:

- сведения об авторе курса;
- краткое описание курса;
- рабочую программу дисциплины;
- полный перечень тем дисциплины;
- презентационные материалы для проведения занятий лекционного типа;
- лекции/краткий конспект лекций по каждой теме;
- методические указания по выполнению каждого практического задания;

– материалы для текущего контроля успеваемости аспирантов.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. 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. - Ре-

жим 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. Пирирайнен. — 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. Россияна, А. С. Юровских ; под редакцией Ю. Г. Эйсмонтт. — 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.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для изучения дисциплины:

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>.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения обучения имеется следующая материально-техническая база:

— аудитория для проведения лекционных занятий и организации защиты

рефератов, оборудованная персональными компьютерами, мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном, наличием доступа в информационно-коммуникационную сеть Интернет;

- 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.

10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;
- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);
- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;
- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
 - наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;
 - размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информа-

ция должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);

- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

11.1. Методические рекомендации для преподавателей

Методика чтения лекций.

Лекции являются одним из основных методов обучения и должны решать следующие задачи:

- изложение наиболее важного материала программы курса, освещающего основные моменты;

- развитие у аспирантов теоретического понятийного мышления.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания аспирантов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать название каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу.

Содержание лекций

Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой. Желательно, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему и представляла собой логически законченное изложение. Лучше сократить тему и не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта. В случае, если материал невозможно изложить в рамках одной лекции, то на следующей лекции в начале следует сделать краткий обзор материала.

ла предыдущей лекции с целью установления логической связи между лекциями.

Рассмотрение теоретических основ функционирования конкретного устройства или прибора необходимо сопровождать представлением временных диаграмм с помощью презентационного оборудования или на доске.

Следует уделять внимание практическим аспектам. Излагаемая формульная база должна быть напрямую привязана к расчетной практике. При подготовке лекций необходимо пользоваться современной литературой или средствами интернет. Содержание и доработку лекционного курса рекомендуется пересматривать раз в год.

Практические занятия

Практические занятия необходимо проводить в форме рассмотрения и решения задач и (или) семинаров по тематике, представленной в данной рабочей программе.

10.2. Методические рекомендации для аспирантов

Для успешного освоения дисциплины необходима регулярная и планомерная работа с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, интернетом и типовыми задачами.

Лекционные занятия

Рекомендуется сразу же после окончания лекции просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого необходимо обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью более углубленного изучения проблемного вопроса. В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания. В этом случае рекомендуется просматривать несколько учебников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекции с заранее сформулированными вопросами.

Для успешного освоения лекционного курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал, и проверять свои знания, отвечая на контрольные вопросы в рекомендуемых учебных пособиях.

Практические занятия

На практических занятиях следует уделять внимание применению методик расчета, изложенных на лекциях в реальной расчетной практике. Особое внимание нужно уделять работе с формульной базой, а также обращать внимание на полученные результаты расчета с целью контроля их достоверности с точки зрения физических соображений. Работа на практических занятиях не должна быть механической, поскольку в ряде случаев для расчета нужно применить последовательно несколько расчетных выражений, что в ряде случаев требует творческого подхода.

По работе с литературой

Перед изучением литературы аспиранту рекомендуется ознакомиться с информацией по изучаемой теме предложенной автором дисциплины. Это позволит исключить лишний объем информации и сосредоточится лишь на необходимом материале. Кроме этого следует уточнить у преподавателя, какой именно литературный источник из приведенного списка наиболее полно раскрывает рассматриваемый вопрос.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

12.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Текущий контроль проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся. Результаты текущего контроля являются допуском к промежуточной аттестации.

Шкала оценивания

Уровень освоения обучающимся учебного материала определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Показатели и критерии оценивания текущих результатов освоения дисциплины

Оценку «отлично» заслуживает аспирант, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, изучивший основную и знакомый с дополнительной литературой.

Оценку «хорошо» заслуживает аспирант, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполнивший предусмотренные учебной программой задания, изучивший основную литературу.

Оценку «удовлетворительно» заслуживает аспирант, обнаруживший знание основного учебного материала в полном объеме, необходимом для подготовки к сдаче кандидатского экзамена, выполнивший предусмотренные учебной программой задания, знакомый с основной литературой.

Оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший пробелы в знаниях основного учебного материала, допустивший принципиальные ошибки при выполнении предусмотренных программой заданий.

12.2. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости

12.2.1. Вопросы для текущего контроля успеваемости

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 окалиностойкие 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, антикоррозион-

ные, 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.