

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИТОМ
к.т.н., доцент  С.С. Латышев
« 20 » мая 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА Дисциплины
(модуля)**

Материаловедение

направление подготовки (специальность):

23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Квалификация

инженер путей сообщения

Форма обучения

очная

Институт: Технологического оборудования и машиностроения

Кафедра: Технологии машиностроения

Белгород 202_

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.03 подвижной состав железных дорог, утвержденного приказа Минобрнауки России от 27 марта 2018 г. N 215;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2022 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.

Шопина Е.В.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 15 » 05 20 23 г., протокол № 11/1

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.

Дююн Т.А.

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
«Подъемно-транспортные и дорожные машины»

Заведующий кафедрой: д.т.н., доцент

А.А. Романович

« 16 » 05 20 23 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 10 » май 2023 г., протокол № 6

Председатель доцент

(Герасименко В.Б.)

(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
<p>ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования</p>	<p>ОПК-1.8 Выбирает методы оценки свойств и способами подбора материалов для проектируемых объектов</p>	<p>Знания: - основные методы и способы изучения структуры материалов, их физические и механические свойства; - классификацию, свойства, маркировку материалов; - технологию термической и химико-термической обработки.</p> <p>Умения: - применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств материалов; - определять свойства металлов и сплавов.</p> <p>Навыки: - владения методами определения механических свойств металлов; - владения технологиями проведения термической и химико-термической обработки.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Математика
2.	Физика
3.	Химия
4.	Инженерная экология
5.	Теоретическая механика
6.	Сопротивление материалов
7.	Начертательная геометрия и инженерная графика
8.	Системы автоматизированного моделирования наземных транспортных систем
9.	Теория механизмов и машин
10.	Детали машин и основы конструирования
11.	Термодинамика и теплопередача
12.	Материаловедение
13.	Технология конструкционных материалов
14.	Электротехника и электроника
15.	Общей курс железнодорожного транспорта
16.	Основы электропривода технологических установок
17.	Электрические машины
18.	Грузоподъемные машины
19.	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. единиц, 72 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации зачёт

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоёмкость дисциплины, час	72	72
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	36	36
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	36	36
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчётно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	36	36
Зачёт		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объём Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объём на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Введение. Строение металлов. Структура металлических сплавов.					
	Классификация металлов. Атомно – кристаллическое строение металлов. Полиморфизм. Строение реальных кристаллов. Виды взаимодействия компонентов в сплавах. Диаграммы состояния двойных сплавов.	2			2
2. Деформация и разрушение металлов. Механические свойства. Рекристаллизация металлов.					
	Упругая и пластическая деформация. Физическая природа и механизм деформации. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металла. Разрушение металлов. Влияние нагрева на структуру и свойства металла. Механические испытания	2		4	5
3. Железоуглеродистые сплавы.					
	Железо и его соединения с углеродом. Диаграмма состояния железо-цементит. Компоненты, фазы и структурные составляющие железоуглеродистых сплавов. Классификация углеродистых сталей и чугунов. Их структура, свойства, маркировка и применение.	2		6	8
4. Теория и технология термической обработки стали. Химико – термическая обработка.					
	Диаграмма изотермического распада аустенита. Превращения при отпуске закаленной стали. Классификация, технология и назначение видов термической обработки. Виды, технология и назначение химико – термической обработки.	2		4	8
5. Конструкционные стали.					
	Классификация и маркировка. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей. Стали с особыми свойствами.	2			2
6. Инструментальные стали					
	Классификация, маркировка, термообработка и назначение.	2			2
7. Цветные металлы и сплавы					
	Алюминий, его свойства и применение. Алюминиевые сплавы, упрочняемые и неупрочняемые термической обработкой. Литейные алюминиевые сплавы. Медь, ее свойства и применение. Медные сплавы – латуни и бронзы. Их состав, маркировка и применение. Антифрикционные сплавы на основе олова и свинца.	1			2
8. Теоретические и технологические основы производства стали и чугуна.					
	Устройство и принципы работы доменной печи. Устройство и принципы работы мартеновской печи, дуговой электропечи и кислородного конвертора.	1			1

9. Литейное производство.				
	Литьё в оболочковые и металлические формы, центробежное литьё и литьё под давлением.	1		1
10. Обработка металлов давлением.				
	Виды обработки металлов давлением и их сущность.	1		1
11. Сварочное производство.				
	Сущность и классификация основных видов сварки. Источники питания сварочной дуги. Определение основных параметров режима ручной дуговой сварки.	1	3	4
	ВСЕГО:	34	-	36

**4.2. Содержание практических (семинарских) занятий
не предусмотрено учебным планом**

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр №2				
1	Пластическая деформация и механические свойства.	Измерение твердости металлов	2	2
2	Пластическая деформация и механические свойства.	Влияние холодной пластической деформации и температуры рекристаллизации на структуру и свойства малоуглеродистой стали	4	4
3	Железоуглеродистые сплавы.	Изучение структуры и свойств углеродистых сталей	2	4
4	Железоуглеродистые сплавы.	Изучение структуры и свойств чугунов	3	3
5	Теория термической обработки стали. Технология термической обработки стали.	Технология термической обработки стали	6	6
ИТОГО:			17	19

**4.4. Содержание курсового проекта/работы
не предусмотрено учебным планом**

**4.5. Содержание расчётно-графического задания,
индивидуальных домашних заданий
не предусмотрено учебным планом**

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
Демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики, применяет методы теоретического и экспериментального исследования физических явлений, процессов и объектов Применяет методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений, проводит эксперименты по заданной методике и анализирует их результаты	<i>зачёт, защита лабораторной работы, устный опрос</i>

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов для зачёта

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Введение. Строение металлов. Структура металлических сплавов.	Общая классификация металлов.
		Физические и механические свойства металлов.
		Кристаллические и аморфные тела. Их характеристики.
		Элементы кристаллографии. Понятие кристаллической решетки. Её плотность.
		Элементарная кристаллическая решетка. (ЭКЯ)
		Дефекты кристаллического строения металлов.
		Характер разрушения металлов.
		Кристаллизация металлов. Основные понятия.
		Теоретическая и реальная прочность металла.
		Первичная кристаллизация. Строение стального слитка.
		Полиморфизм металлов.
		Определение металлического сплава. Фазы.
		Твёрдые растворы. Химические соединения.
Методика построения диаграмм состояния.		
Диаграммы состояния двойных сплавов.		
Определение металлического сплава. Фазы.		
2.	Деформация и разрушение металлов. Механические свойства. Рекристаллизация металлов.	Пластическая деформация. Скольжение и двойникование. Явление наклепа.
		Возврат и рекристаллизация. Основные понятия. Назначение. Технология.
		Механические испытания металлов.
3.	Железоуглеродистые сплавы.	Компоненты и фазы в сплавах Fe-C.
		Диаграмма состояния Fe-Fe ₃ C.
		Превращение сталей в твердом состоянии.
		Чугуны. Классификация. Методы получения. Маркировка.

		Назначение.
4.	Теория и технология термической обработки стали. Химико – термическая обработка.	Термическая обработка сталей. Основные параметры термообработки.
		Фазовые превращения в сталях при нагреве.
		Превращения аустенита при различных степенях переохлаждения. Перлитное превращение аустенита (по диаграмме изотермического превращения).
		Мартенситное превращение аустенита.
		Превращение при нагреве закаленных сталей.
		Влияние отпуска на механические свойства сталей.
		Отжиг. Назначение. Технология.
		Нормализация. Назначение. Технология.
		Закалка. Назначение. Технология.
		Способы закалки. Назначение.
		Закалочные среды.
		Отпуск сталей.
		Закаливаемость и прокаливаемость сталей.
		Дефекты термообработки.
		Химико-термическая обработка металлов. Общие закономерности.
		5.
Азотирование стали. Назначение. Технология.		
Цианирование стали. Назначение. Технология.		
Диффузионная металлизация. Технология.		
Углеродистые конструкционные стали. Классификация. Маркировка. Назначение.		
Влияние углерода и постоянных примесей на механические свойства сталей.		
Легированные стали. Определение. Классификация. Маркировка.		
Влияние легирующих элементов на механические свойства сталей.		
Низкоуглеродистые легированные стали (цементуемые). Назначение. Маркировка.		
Среднеуглеродистые легированные стали (улучшаемые). Назначение. Маркировка.		
6.	Инструментальные стали	Рессорно-пружинные стали.
		Износостойкие стали.
		Шарикоподшипниковые стали.
		Коррозионностойкие стали.
		Углеродистые инструментальные стали. Назначение. Маркировка. Технология. ТО.
7.	Цветные металлы и сплавы	Легированные инструментальные стали. Назначение. Маркировка. Технология ТО.
		Быстрорежущие стали. Маркировка. Назначение. Технология ТО.
		Штамповые стали. Назначение. Маркировка.
		Твердые сплавы. Классификация. Назначение. Маркировка.
		Классификация алюминиевых сплавов. Деформируемые, термически не упрочненные алюминиевые сплавы.
		Деформированные, термически упрочняемые алюминиевые сплавы.
		Литейные алюминиевые сплавы.
		Спеченная алюминиевая пудра и спеченные алюминиевые

		сплавы.
		Медь и медные сплавы. Свойства. Применение.
		Латунь. Влияние цинка на механические свойства латуни. Маркировка. Назначение.
		Бронза. Маркировка. Назначение.
		Баббиты. Маркировка. Назначение.
8.	Теоретические и технологические основы производства стали и чугуна.	Устройство и работа доменной печи.
		Физико-химические процессы, протекающие в доменной печи.
		Продукты доменной плавки. ТЭП доменной печи.
		Производство стали, сущность процесса.
		Производство стали в кислородном конвертере.
		Устройство и работа мартеновской печи.
		Устройство и работа дуговой электропечи.
		Устройство и работа электроиндукционной печи.
		Разливка стали. Основное оборудование и виды разливки.
9.	Литейное производство.	Специальные методы литья. Технологический процесс производства отливок по выплавляемым моделям.
		Литьё в оболочковые и металлические формы.
		Центробежное литьё и литьё под давлением.
10.	Обработка металлов давлением.	Виды обработки металлов давлением и их сущность. Схемы основных видов ОМД.
		Прокатка металлов: схема прокатки, основные параметры характеризующие степень деформации полосы. Условия захвата.
		Понятие о волочении, инструмент и оборудование для волочения.
		Технологический процесс волочения. Способы волочения труб.
		Прессование, методы прессование.
		Сущность объемной штамповки. Оборудование и инструмент применяемые при объемной штамповке.
		Листовая штамповка: основные операции, исходный материал, оборудование и инструмент.
11.	Сварочное производство	Сварка. Сущность и классификация основных видов сварки.
		Понятие об сварочной дуге и её свойства.
		Способы электродуговой сварки.
		Источники питания сварочной дуги и требования, предъявляемые к ним.
		Ручная электродуговая сварка: сущность, оборудование.
		Определение основных параметров режима ручной электродуговой сварки.
		Виды сварных соединений и швов.
		Классификация электродов для ручной электродуговой сварки.
		Сварка в среде защитных газов. Аргонодуговая сварка.
		Сварка в среде защитных газов. Сварка в углекислом газе.
		Контактная сварка: сущность, особенность и виды сварки, применяемое оборудование.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

не предусмотрено учебным планом

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Лабораторная работа № 1. Измерение твердости металлов.

Контрольные вопросы.

1. Что такое твердость?
2. Методы определения твердости.
3. Сущность определения твердости по Бринеллю.
4. Режимы для определения твердости по Бринеллю.
5. Недостатки измерения твердости по Бринеллю.
6. Сущность определения твердости по Роквеллу.
7. Выбор шкалы, величины общей нагрузки и геометрической формы наконечника по Роквеллу.
8. Единицы измерения твердости по Бринеллю и Роквеллу.

Лабораторная работа № 2. Влияние холодной пластической деформации и температуры рекристаллизации на структуру и свойства малоуглеродистой стали.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику способов, с помощью которых осуществляется пластическая деформация.
2. Что такое наклеп или нагартовка? Как изменяются свойства материала при наклепе?
3. Что такое текстура деформации?
4. Охарактеризуйте процессы возврата и рекристаллизации. Какое влияние оказывает температура нагрева на свойства и микроструктуру сталей?
5. Как определяется $T_{рек}$?
6. Что называется рекристаллизационным отжигом, его назначение?
7. Что называется холодной и горячей обработкой давлением?
8. Что называется критической степенью деформации, какое влияние она оказывает на свойства сталей?

Лабораторная работа № 3 Изучение структуры и свойств углеродистых сталей.

Контрольные вопросы

1. Какие параметры термообработки Вы знаете?
2. В чем заключается перлитное превращение сталей?
3. Почему мартенсит называют пересыщенным твердым раствором углерода в Fe_α ?
4. Назначение и условия проведения: диффузионного отжига; рекристаллизационного отжига.
5. Назначение и условия проведения полного и неполного отжига.
6. Нормализация сталей.
7. Закалка сталей.
8. Отпуск сталей.
9. Какой дефект и почему появляется у стали марки 40 при закалке, если ее недогреть до оптимальной температуры?
10. Почему при закалке стали 40 с температуры $1100^\circ C$ появляется брак?

Лабораторная работа № 4. Изучение структуры и свойств чугунов.

Контрольные вопросы

1. Что называется чугунами?
2. В зависимости от состояния углерода, какими бывают чугуны?
3. Что называется белым чугуном? Какими они бывают по структуре? Какими механическими свойствами обладают, и в каких областях применяются БЧ?
4. Какие чугуны называются серыми? Пояснить процесс структурообразования и указать химический состав.
5. Привести марки СЧ, назвать их химические свойства и область применения.
6. Какие чугуны называются ковкими? Объяснить способ получения КЧ.
7. Какими бывают по микроструктуре ковкие чугуны? Привести марки ковких чугунов, назвать их механические свойства и область применения.
8. Какие недостатки имеют ковкие чугуны перед другими чугунами?
9. Какие чугуны называются высокопрочными? Объяснить способ получения.
10. Какими бывают по микроструктуре высокопрочные чугуны? Назвать марки высокопрочных чугунов, их свойства, область применения и преимущества перед другими чугунами.

Лабораторная работа № 5. Технология термической обработки стали.

Контрольные вопросы

1. Какие параметры термообработки Вы знаете?
2. В чем заключается перлитное превращение сталей?
3. Почему мартенсит называют пересыщенным твердым раствором углерода в Fe_α ?
4. Назначение и условия проведения: диффузионного отжига; рекристаллизационного отжига.
5. Назначение и условия проведения полного и неполного отжига.
6. Нормализация сталей.
7. Закалка сталей.
8. Отпуск сталей.
9. Какой дефект и почему появляется у стали марки 40 при закалке, если ее недогреть до оптимальной температуры?
10. Почему при закалке стали 40 с температуры $1100^\circ C$ появляется брак

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание предметной области дисциплины, общепринятые термины и определения; классификации материалов; основные свойства материалов; состав, структуру и свойства металлов и сплавов на их основе и их взаимосвязь.
Умения	Умение определять свойства металлов и сплавов; оценивать на основе комплекса физико-механических свойств материала его пригодность использования в заданных условиях эксплуатации.
Навыки	Владение комплексно оценивать качественные характеристики, проводить их сравнительный анализ и делать рациональный выбор материала по группе значимых свойств; применить сформировавшиеся в процессе обучения знания и умения для принятия решений по выбору материала, обеспечивающего технологию и оптимальную эксплуатацию транспортных систем

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Знание предметной области дисциплины, общепринятые термины и определения; классификации материалов; основные свойства материалов; состав, структуру и свойства металлов и сплавов на их основе и их взаимосвязь	Не знает предметную область дисциплины, общепринятые термины и определения; классификации материалов; основные свойства материалов; состав, структуру и свойства металлов и сплавов на их основе и их взаимосвязь.	Знает предметную область дисциплины, общепринятые термины и определения; классификации материалов; основные свойства материалов; состав, структуру и свойства металлов и сплавов на их основе и их взаимосвязь, может корректно сформулировать их самостоятельно

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Умение определять свойства металлов и сплавов; оценивать на основе комплекса физико-механических свойств материала его пригодность использования в	Не умеет определять свойства металлов и сплавов; оценивать на основе комплекса физико-механических свойств материала его пригодность использования в	Умеет определять свойства металлов и сплавов; оценивать на основе комплекса физико-механических свойств материала его пригодность использования в заданных условиях

заданных условиях эксплуатации	заданных условиях эксплуатации	эксплуатации, может корректно сформулировать их самостоятельно
--------------------------------	--------------------------------	--

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Владение комплексно оценивать качественные характеристики, проводить их сравнительный анализ и делать рациональный выбор материала по группе значимых свойств; применить сформировавшиеся в процессе обучения знания и умения для принятия решений по выбору материала, обеспечивающего эксплуатацию транспортных систем.	Не владеет оценкой характеристик, не может проводить их сравнительный анализ и делать рациональный выбор материала по группе значимых свойств; не может правильно применить сформировавшиеся в процессе обучения знания и умения для принятия решений по выбору материала, обеспечивающего эксплуатацию транспортных систем.	Владеет оценкой характеристик, может проводить их сравнительный анализ и делать рациональный выбор материала по группе значимых свойств; может правильно применить сформировавшиеся в процессе обучения знания и умения для принятия решений по выбору материала, обеспечивающего эксплуатацию транспортных систем, может корректно сформулировать их самостоятельно

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием площади и номера помещения в соответствии с документами бюро технической инвентаризации)
1	Учебный кабинет метрологии, стандартизации и сертификации для проведения лекционных и практических занятий: специализированная мебель, мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, контрольно-измерительная аппаратура: вибрметр; скоростная кинокамера; комплекты инструментов для контроля показателей качества; испытательные стенды; бесконтактные термометры; эмиссионный спектрометр СПАС-02. Лаборатория стандартизации и ВЗТИ № 420: универсальная делительная головка - ОДР-60; оптиметр вертикальный - ИКВ; оптиметр горизонтальный - ИКТ; набор концевых мер; набор мерительного инструмента.	308012, Белгородская область, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, УК 4 № 327, 50,7 кв. м, этаж 3, помещение 20
2	Читальный зал библиотеки с выходом в сеть Интернет для самостоятельной работы: специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.	308012, Белгородская область, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, Библиотека № 303, 83,1 кв. м, этаж 3, помещение 9

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft 10 Pro	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31
2	Microsoft Windows Professional 8.1	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31
3	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	№13С8-210811-083720-440-2957

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. Материаловедение: Учебник для вузов. Изд. 3-е перераб. и доп. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2004. — 736 с., ил.
2. А.М. Пейсахов, А.М. Кучер. Материаловедение и технология конструкционных материалов:

- Учебник. 3-е изд. – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2005г.-416 с.
3. Практикум по материаловедению: Учеб.пособие / Е. В. Шопина, А. А. Стативко. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2011. – 122с.
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014040920285243821200008134>
 4. Практикум по материаловедению: Учеб.пособие / Е. В. Шопина, А. А. Стативко. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2011. – 122с.
 5. Сапунов С.В. Материаловедение. СПб. : Лань, 2015. — 208 с. <http://e.lanbook.com/book/56171>
 6. Богодухов С.И. Курс материаловедения в вопросах и ответах. / С.И. Богодухов, А.В. Синюхин, Е.С. Козик. М. : Машиностроение, 2014. — 352 с. <http://e.lanbook.com/book/63212>
 7. Материаловедение: Учебник для вузов/Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др. Под общ.ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 648 с., ил.
 8. Диаграмма состояния железо-цементит: Методические указания / Сост.: А.А. Стативко, Е.В. Шопина, Т.П. Стрелкина. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. -17 с.
 9. Измерение твердости металлов: Методические указания /Сост.: А.А. Стативко, Е.В. Шопина, Л.И.Федосова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. -
16 .
 10. Структура и свойства медных и подшипниковых сплавов.: Методические указания / Сост.: А.А. Стативко, Е.В. Шопина. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004. -17 с
 11. Инструментальные стали: Методические указания / Сост.: А.А. Стативко, Е.В. Шопина, Т.П. Стрелкина. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2002. – 15с.
 12. Марочник сталей и сплавов/Под ред. А.С. Зубченко. – 2-е изд. перераб. и доп. — М: Машиностроение, 2003. — 782с.
 13. Механические испытания металлов: методические указания к выполнению лабораторной и практической работе / сост. Е. В. Шопина, А. А. Стативко, Л. И. Федосова. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2007. – 13с.
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918595229012100004531>

6.4. Перечень интернет ресурсов

1. Химико-термическая обработка (ХТО) металлов
<https://www.youtube.com/watch?v=bnkTUowNHkM>
2. Мартенситные превращения
<https://www.youtube.com/watch?v=5hS4ldbbrEo>
3. Пластическая деформация металлов
https://www.youtube.com/watch?v=MHtJLSJ8_30
4. Так делают сталь.
<https://www.youtube.com/watch?v=XP6FS8yro1A>
5. <http://www.ostmetal.ru/>