

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Материаловедения, сварочных и аддитивных технологий (126)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №5 от 10 марта 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Открытые горные работы

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Анциферова Анна
Владимировна
Дата подписания: 15.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Балановский
Андрей Евгеньевич
Дата подписания: 19.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Нечаев
Константин Борисович
Дата подписания: 15.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Материаловедение» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-4 Способен применять методы анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	ОПК ОС-4.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-4.2	Применяет в профессиональной деятельности знания основных закономерностей в формировании и изменении структуры и свойств металлов и сплавов под действием технологических и производственных факторов	Знать особенности строения и химического состава материалов, физико-химические процессы, происходящие при нагреве, охлаждении и кристаллизации сплавов, механизмы изменения структуры, классификацию и маркировку сплавов Уметь анализировать структуру сплавов, устанавливать взаимосвязь между структурой и свойствами, обосновать выбор материалов для конкретных условий эксплуатации, применять методы контроля материалов для выявления структурных изменений, дефектов и оценки качества материалов Владеть инструментальными методами оценки механических и физических свойств металлов, практическими методами устранения структурных дефектов при изготовлении и эксплуатации горных машин

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Материаловедение» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Химия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Механизация горного производства», «Процессы открытых горных работ», «Технологии горных работ», «Технологии подземной разработки», «Разрушение горных пород»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Учебный год № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	16	16
лекции	8	8
лабораторные работы	8	8
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	88	88
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	4
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Строение металлов и основы кристаллизации	1	2	1	2			3, 4	19	Устный опрос
2	Железоуглеродистые сплавы	2	2	2	2			1	34	Устный опрос
3	Термическая обработка материалов	3	2	3	2			5	9	Устный опрос
4	Легированные стали	4	2	4	2			2	26	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								4	Зачет
	Всего		8		8				92	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Строение металлов и основы кристаллизации	Структура металлов и металлических сплавов. Основные понятия: компонент, фаза, структурная составляющая. Понятия о зерне, границе зерна,

		<p>вторичной фазе. Субструктура. Понятие о субзерне и границе субзерен. Кристаллическая структура. Строение реальных кристаллов. Типы кристаллических решеток. Анизотропия. Дефекты кристаллического строения (точечные, линейные, поверхностные, объемные) и их влияние на свойства металлов. Методы исследования структуры. Физические методы исследования структуры: рентгеноструктурный анализ, электронная микроскопия и др. Механизм кристаллизации металлов. Процесс зарождения и роста кристаллов. Строение металлического слитка. Модифицирование металлов для управления размером зерна. Твердые растворы (замещения, внедрения), химические соединения, механические смеси. Анализ диаграмм состояния. Диаграммы фазового равновесия. Равновесное и неравновесное состояние сплавов. Типы фаз, образующихся в металлических сплавах (твердые растворы, химические соединения, промежуточные фазы). Правило отрезков для определения состава и количества фаз. Диаграмма железо-цементит. Связь между диаграммой состояния и технологическими свойствами. Фазы и структурные составляющие (феррит, аустенит, цементит, перлит, ледебурит). Классификация сталей и чугунов по структуре.</p>
2	Железоуглеродистые сплавы	<p>Технически чистое железо. Углеродистые стали. Технологические примеси железоуглеродистых сплавов. Классификация сталей. Чугуны (серые, высокопрочные, ковкие), их классификация. Влияние скорости охлаждения, примесей и последующей ТО на структуру сталей. Применение сталей и чугунов.</p>
3	Термическая обработка материалов	<p>Общая классификация видов термообработки: термическая, термомеханическая и химико-термическая обработка. Превращения в стали при нагреве и охлаждении. Кинетика распада аустенита. Перлитное превращение. Механизм перлитного превращения. Мартенсит, его строение и свойства. Мартенситное превращение. Диаграмма изотермического распада аустенита. Влияние степени переохлаждения аустенита на строение и свойства перлитных структур. Основные операции термического воздействия: отжиг, закалка, отпуск. Нормализация. Основные виды отжига. Основные виды закалки стали. Режимы и назначение отжига, нормализации, закалки и отпуска сталей. Прокаливаемость и закаливаемость. Отпуск стали. Виды и назначение отпуска. Обработка стали холодом. Цементация,</p>

		азотирование, цианирование. Поверхностная закалка токами высокой частоты (ТВЧ).
4	Легированные стали	Влияние легирующих элементов на свойства стали Конструкционные стали общего назначения. Цементуемые, улучшаемые, рессорно-пружинные, износостойкие, строительные, автоматные. Требования, предъявляемые к ним. Маркировка, области применения. Жаропрочные стали. Жаропрочность. Пути повышения жаропрочности. Стали перлитного, мартенситного и мартенситно-ферритного классов. Аустенитные жаропрочные стали; гомогенные стали, жаропрочные стали аустенитного класса с карбидным и интерметаллидным упрочнением. Области применения жаропрочных сталей. Жаропрочные сплавы на железо – никелевой и никелевой основе. Износостойкие стали. Инструментальные стали и сплавы. Основные требования, предъявляемые к инструментальным сталям. Классификация инструментальных сталей. Стали для режущего инструмента. Понятие красностойкости (теплостойкости). Стали пониженной и повышенной прокаливаемости. Быстрорежущие стали. Штамповые стали. Классификация, требования, предъявляемые к этим сталям. Стали для штампов при деформации металла в горячем и холодном состояниях. Основные марки, термическая обработка, области применения.

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Макро- и микроскопический методы исследования материалов	2
2	Микроструктурный анализ углеродистых сталей и чугунов	2
3	Изучение процессов закалки и отпуска углеродистой стали	2
4	Микроструктура и свойства легированных сталей	2

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Контрольная работа для студентов заочной формы обучения	34
2	Подготовка к зачёту	26
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	7
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	12
5	Проработка разделов теоретического материала	9

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: кейс-задания

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторная работа №1 «Макро- и микроскопический методы исследования материалов»
Цель работы: получить представление о макро – и микроанализе металлических материалов, практических навыков изготовления макро- и микрошлифов; изучить поверхность деталей, изломов, макрошлифов; приобрести навыки использования стереоскопического микроскопа для выявления макродефектов, неоднородностей; исследовать причины разрушения материалов; изучить основные характеристики и принцип работы металлографического микроскопа, определить микроструктуру выданного образца.

Оборудование и материалы для выполнения работы: коллекция образцов для макроанализа – изломы и приготовленные макрошлифы, набор шлифовальных шкур, образцы для приготовления, реактивы для травления, спирт, стереоскопический и металлографический микроскопы, коллекции микрошлифов сталей, альбомы фотографий микрошлифов.

Порядок выполнения работы по макроанализу:

1. Изучить сущность, возможности и методы макроанализа
2. Изучить коллекцию образцов изломов и макрошлифов.
3. Изучить основные виды макродефектов заготовок.
4. Используя стереоскопический микроскоп определить и описать вид излома предложенного образца. Указать характер разрушения сплава.
5. Зарисовать схему образования усталостного излома, обозначить все основные элементы излома, дать необходимые пояснения.
6. Приготовить макрошлиф сварного соединения, зарисовать схему сварного соединения. Произвести анализ зон основного металла и наплавленного металла.
7. Изобразить схемы микроструктур околошовной зоны и указать температурные границы участков околошовной зоны. Описать условия формирования структуры каждого участка. Охарактеризовать свойства каждого участка сварного соединения с учетом особенностей строения с указанием наиболее и наименее благоприятного.
8. Составить отчет о работе.

Порядок выполнения работы по микроанализу:

1. Описать цель работы, основные понятия микроскопического анализа металлических материалов.
2. Кратко описать технологию приготовления микрошлифов.

3. Начертить принципиальную схему металлографического микроскопа и описать его основные элементы и порядок работы на нем.
4. Рассмотреть микрошлифы в микроскоп до травления и описать обнаруженные неметаллические включения.
5. Зарисовать наблюдаемую под микроскопом микроструктуру выданного преподавателем образца. Вычислить содержание углерода и определить марку сплава.

Лабораторная работа №2 "Микроскопический анализ углеродистых сталей и чугунов"

Цель работы: изучить равновесную микроструктуру углеродистых сталей и микроструктуру чугунов.

Задание: изучить теоретический материал. Научиться определять содержание углерода по микроструктуре, научиться устанавливать связь между структурой, свойствами сталей.

Требование к отчету: отчет должен содержать сведения о марках сталей изученных образцов, их химическом составе, микроструктуре, механических свойствах, применении. Должны быть изображены схемы микроструктур.

Последовательность выполнения работы: с помощью микроскопов МИМ-7 и МИМ-8 изучить микроструктуру предлагаемых образцов углеродистых сталей из коллекции, определить их марки, оформить отчет.

Оборудование, материалы: микроскопы МИМ-7, МИМ-8, коллекция микрошлифов углеродистых конструкционных и инструментальных сталей, альбомы с фотографиями микроструктур.

Лабораторная работа № 3. Термическая обработка конструкционной стали

Цель работы: ознакомиться с теорией и практикой проведения термической обработки, научиться измерять твердость на твердомере Роквелла.

Задание: изучить теоретический раздел методички. Провести термическую обработку углеродистой стали по различным режимам закалки и отпуска, установить зависимость твердости стали от параметров термической обработки. Изучить микроструктуры, полученные в стали при различных режимах, объяснить изменение твердости с позиций изменения структуры, оформить отчет.

Требования к отчету: отчет должен содержать краткие сведения из теории. Полученные экспериментальные результаты должны быть занесены в таблицы. Для оценки влияния параметров термообработки экспериментальный материал представляется в виде графиков в координатах «твёрдость после закалки – скорость охлаждения (охлаждающие среды)», «твердость после закалки – температура закалки», «твердость после отпуска – температура отпуска». В отчете приводятся схемы микроструктур закаленной и отпущенной стали. В конце работы должны быть сделаны выводы о влиянии режима термической обработки на твердость стали.

Последовательность выполнения работы: ознакомиться с теоретическим материалом. Ознакомиться с методикой определения твердости по Роквеллу, научиться определять твердость. В первой части работы изучается закалка стали и производится оценка влияния параметров закалки (температуры, скорости охлаждения) на твердость стали, для чего образцы нагревают в печах до разных температур и охлаждают в различных средах. Во второй части работы изучается отпуск стали и влияние температуры отпуска, для чего образцы правильно закаленной стали нагревают в печах до различных температур и охлаждают на воздухе. В третьей части работы изучаются неравновесные структуры, полученные при термообработке, и устанавливается взаимосвязь между режимом, структурой и свойствами стали.

Оборудование, материалы: муфельные электропечи, твердомер ТК-2М с шариковым и алмазным наконечниками, шлифовальные шкурки, термпары с гальванометрами, бачки с охлаждающими жидкостями, щипцы для закладки образцов в печь, образцы стали с

содержанием углерода 0,4-0,6%, коллекция микрошлифов неравновесных структур, альбом неравновесных микроструктур.

Лабораторная работа №4 «Микроструктура и свойства легированных сталей»

Цель работы: изучить структуру и свойства легированных сталей, назначить режимы термообработки, написать применение сталей в технике.

Задание для лабораторных работ № 2, 4: изучить теоретический раздел, записать марки сталей и зарисовать микроструктуры, используя справочные данные, внести данные механических свойств и применение сплавов, оформить отчет.

Общие требования к оформлению отчетов по лабораторным работам № 2,4: отчет выполняется в виде таблицы. Таблица должна содержать сведения о марке материала, его химическом составе, термической обработке, микроструктуре, механических свойствах, применении. Микроструктура должна быть зарисована, с указанием фаз и структурных составляющих.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

В рамках самостоятельной работы предусмотрено выполнение контрольной работы. Контрольную работу студент выполняет самостоятельно, используя рекомендуемую литературу. Работа должна быть представлена на проверку к началу аудиторных занятий. Рекомендуется подготовить работу заранее и выслать на проверку преподавателю. Без выполненной контрольной работы студент к зачету не допускается. Вариант контрольной работы определяется по последним двум цифрам зачетной книжки студента. КР включает 5 заданий по основным разделам курса. При выполнении контрольной работы рекомендуется кроме учебников использовать учебные пособия по Материаловедению, марочники сплавов.

Пример варианта контрольной работы:

Вариант 1

1. Что такое ликвация? Охарактеризуйте виды ликвации, причины возникновения и способы устранения.
2. Вычертите диаграмму состояния «железо – карбид железа», укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите фазовые и структурные превращения в сплаве, содержащем 0,2% углерода, при охлаждении из жидкого состояния. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз Гиббса) для этого сплава. Какова структура сплава при комнатной температуре, как сплав называется? По правилу Курнакова определите количественное соотношение фаз в сплаве при температуре 800 С.
3. Метчики из стали У10 закалены: первый – от температуры 760°C, второй – от температуры 850°C. Нанесите на диаграмму состояния «железо – карбид железа» выбранные температуры нагрева и объясните, какой из метчиков закален правильно, имеет более высокие режущие свойства. Обоснуйте выбор, указав, какие при этом происходили превращения.
4. Для изготовления деталей машин, которые должны иметь твердость 28÷35 HRC, использована сталь 40X. Расшифруйте марку стали, приведите примерный химический состав данной стали, определите группу стали. Назначьте типовой режим упрочняющей термообработки стали (температуру закалки и вид отпуска, охлаждающие среды). Опишите сущность происходящих при термообработке превращений, микроструктуру и свойства. Для каких деталей применяется данная сталь?
5. Что такое пластмассы? Опишите (в общем) состав и свойства пластмасс, их достоинства и недостатки как конструкционных материалов.

Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам). Подготовка к сдаче и защите отчетов.

Студент изучает материал по теме лабораторной работы и предварительно знакомится с порядком ее выполнения. Лабораторная работа должна содержать название, цель, список оборудования, краткое описание хода работы, необходимые схемы процессов, графики, таблицы и оборудование. Работа оформляется в виде отчета. Защита лабораторных работ проходит в форме устного собеседования.

Подготовка к зачету (итоговый контроль по дисциплине). Студент допускается к сдаче зачета при условии, что успешно выполнена контрольная работа, проработан теоретический материал, сданы и защищены отчеты по лабораторным работам.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Описание процедуры: Усвоение теоретического материала по дисциплины проверяется устным опросом студентов.

Примерные вопросы для устного опроса:

1. Назовите основные параметры (факторы) любого режима термической обработки.
2. Что происходит со структурой стали при ее нагреве выше критических точек? Что такое перегрев?
3. Какая структура образуется при очень быстром охлаждении стали (закалке) и какими свойствами она обладает?
4. В чем разница между операциями отжига и нормализации сталей? Каковы их цели?
5. С какой целью проводят закалку стали? Как правильно выбрать температуру нагрева для доэвтектоидной стали?
6. Для чего обязательно проводят отпуск стали после закалки? Как температура отпуска влияет на твердость?
7. Что такое химико-термическая обработка (ХТО)? Каковы цели проведения цементации и азотирования?
8. Объясните логику маркировки углеродистых сталей обыкновенного качества (например, Ст3) и качественных сталей (например, Сталь 20, Сталь 45).
9. Как легирующие элементы влияют на свойства сталей? Расшифруйте марку стали (например, 40Х или 12Х18Н10Т).
10. Каким основным способом (термообработкой) упрочняют деформируемые алюминиевые сплавы (дуралюмины)?

Критерии оценивания.

опрос оценивается на основе полноты и правильности ответов, при небольших неточностях студенту ответ засчитывается. При неполном или ошибочном изложении материала ответ на вопрос не засчитывается

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-4.2	зачет	зачет

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Видом итоговой аттестации по дисциплине является зачет.

Условием допуска к зачету является посещение не менее 90 % аудиторных занятий, качественное выполнение студентом лабораторных работ, успешно выполненная контрольная работа, оформление и защита отчетов по лабораторным работам. Список вопросов, вынесенных на зачет выдается студентам заранее.

Для оценки знаний на зачете студенту предлагается ответить на контрольные вопросы по изучаемому курсу. При правильных ответах на 90% вопросов и более выставляется оценка «зачтено».

Вопросы для зачета

1. Типы кристаллических решеток в металлах. Понятие об анизотропии и полиморфизме (аллотропии) на примере железа и титана.
2. Дефекты кристаллического строения (точечные, линейные, поверхностные, объемные).
3. Полиморфизм металлов на примере железа.
4. Диаграмма состояния железо–цементит (компоненты, фазы и структурные составляющие системы).
5. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали
6. Дефекты в структурах сталей
7. Гомогенная кристаллизация. Процессы образования зародышей и их роста. Степень переохлаждения, ее влияние на размер критического зародыша и величину зерна.
8. Гетерогенная кристаллизация. Дендритная схема роста кристаллов. Строение слитка. Ликвация. Модифицирование.
9. Твердые растворы внедрения и замещения. Механизмы их образования, обозначение, свойства.
10. Диаграмма состояния железо–цементит: превращения при охлаждении доэвтектоидных, эвтектоидных и заэвтектоидных сталей.
11. Серые, высокопрочные и ковкие чугуны: особенности химического состава, формы графитовых включений и области применения.
12. Деформация упругая и пластическая. Механизмы пластической деформации на примере монокристалла.
13. Пластическая деформация поликристаллических металлов. Изменение их структуры и свойств при пластической деформации. Наклеп (нагартовка).
14. Влияние нагрева на структуру и свойства пластически деформированного металла.

Возврат и полигонизация.

15. Рекристаллизация первичная и собирательная. Температура рекристаллизации. Изменение свойств в процессе рекристаллизации. Размер зерна после рекристаллизации.

16. Нормализация сталей: технологические особенности, получаемая структура, отличие от полного отжига и область применения.

17. Закалка сталей. Выбор температуры нагрева для доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей. Закаливаемость и прокаливаемость (факторы, влияющие на них).

18. Отпуск закаленной стали. Процессы, происходящие при нагреве мартенсита. Структуры отпуска (мартенсит, троостит, сорбит отпуска) и их механические свойства. Явление отпускной хрупкости.

19. Принципы маркировки углеродистых и легированных сталей (ГОСТ). Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей.

20. Основные способы (термообработкой) упрочнения деформируемых алюминиевых сплавов (дуралюмины).

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Студент демонстрирует знание базовых закономерностей формирования структуры металлов. Понимает, как деформация и нагрев изменяют свойства. Умеет расшифровать основные марки конструкционных сталей и объяснить разницу между операциями отжига, закалки и отпуска. Контрольная работа успешно сдана. Лабораторные работы выполнены и защищены. Допускаются отдельные незначительные ошибки, исправляемые самим студентом при наводящих вопросах.	Студент имеет грубые пробелы в базовых знаниях. Не понимает влияния технологических факторов на свойства материалов. Не умеет ориентироваться в марках материалов и подбирать материал в зависимости от условий его эксплуатации. Контрольная работа не сдана. Лабораторные работы пропущены и не выполнены. Отказывается от ответа или демонстрирует полное непонимание предмета.

7 Основная учебная литература

1. Материаловедение : методические указания и контрольные задания для студентов заочного обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. - 64.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4121.pdf>

2. Материаловедение : [Учеб. для вузов по специальностям в обл. техники и технологии / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин и др., 2002. - 646.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Бузевич Г. И. Материаловедение. Исследование коррозионной стойкости сплавов [Электронный ресурс] : методическое пособие по выполнению лабораторной работы для студентов авиационных, машиностроительных и механических специальностей / Г. И. Бузевич, 2008. - 18.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-3983.pdf>

2. Материаловедение. Сплавы на основе цветных металлов [Электронный ресурс] : методическое пособие по выполнению лабораторных и самостоятельных работ / Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. - 43.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-3973.pdf>

3. Материаловедение. Сплавы на основе цветных металлов и жаропрочные материалы : методическое пособие по выполнению лабораторных работ / Иркут. гос. техн. ун-т, 2006. - 36.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-7412.pdf>

4. Материаловедение. Изучение структуры и свойств углеродистых сталей и чугунов : методическое пособие для выполнения лабораторной работы для металлургических, машиностроительных, механических специальностей / Иркут. гос. техн. ун-т, 2002. - 15.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-2246.pdf>

5. Лахтин Ю. М. Материаловедение : учеб. для втузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева, 1990. - 527.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение 1. Microsoft Windows (Подписка DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years). Сублицензионный договор №14527/МОС2957 от 18.08.16г.)
2. Свободно распространяемое программное обеспечение 2. Microsoft Office
3. Свободно распространяемое программное обеспечение 7. Муфельная печь ПМ-10

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 2. 1284 Микроскоп МИМ-8
2. 3. 1150 Микроскоп МИМ-8м
3. 4. 11505 Твердомер ТШ-2