

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
**профессор Е.И. Пряхин**

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
**доцент Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ И**  
**ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	<i>Бакалавриат</i>
<b>Направление подготовки</b>	22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
<b>Направленность (профиль)</b>	«Материаловедение и технологии новых материалов»
<b>Квалификация выпускника:</b>	<i>бакалавр</i>
<b>Форма обучения:</b>	<i>очная</i>
<b>Составитель:</b>	<i>Старший преподаватель Шаранова Д.М.</i>

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Теория и технология термической и химико-термической обработки» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «22.03.01 Материаловедение и технологии материалов», утвержденного приказом Минобрнауки России № 701 от 02 июня 2020 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «22.03.01 Материаловедение и технологии материалов», направленности (профилю) Материаловедение и технологии новых материалов.

Составитель \_\_\_\_\_ Ст. преподаватель, к.т.н.  
Шарапова Д.М.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры материаловедения и технологии художественных изделий от 04.02.2021 г., протокол № 8**

Заведующий кафедрой МиТХИ \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Е.И. Пряхин

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Ю.А.Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. А.Ю.Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель изучения дисциплины** - формирование у студентов системы знаний по обоснованию закономерностей изменения структуры и свойств машиностроительных материалов при термическом воздействии и о технологических способах получения в этих материалах необходимых структуры и свойств, применения этих знаний на практике.

**Основными задачами изучения дисциплины являются:**

- изучение основных тенденций и направлений развития современного теоретического и прикладного материаловедения, а также современных технологий обработки и упрочнения материалов;
- знание основных положений теории и технологии термической и химико-термической обработки;
- знание механизмов фазовых и структурных превращений, их зависимости от условий тепловой обработки;
- знание закономерностей формирования и управления структурой и свойствами материалов при механическом, термическом и других видах воздействия на материал;
- владение методами расчетов периодов термической обработки;
- знание технологических процессов производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий, систем управления технологическими процессами;
- знание основ технологических процессов термического производства в различных отраслях промышленности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория и технология термической и химико-термической обработки» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» и изучается в 5 и 6 семестрах.

Дисциплина «Теория и технология термической и химико-термической обработки» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Технология получения изделий в машиностроении», «Основы технологичности деталей в материаловедении», «Машиностроительные материалы».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Теория и технология термической и химико-термической обработки» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1	УК-1.2 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач

<b>Формируемые компетенции</b>		<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
<b>Содержание компетенции</b>	<b>Код компетенции</b>	
Способность участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами	<b>ПКС-2</b>	<b>ПКС-2.5</b> Умеет применять химико-термическую и термическую обработку сложных изделий, режущих и измерительных инструментов, а также сложных штампов, протяжек и приспособлений, изготовленных из легированных, высоколегированных и особого назначения сталей и цветных сплавов в печах, агрегатах и безмуфельных установках всевозможных конструкций в различной охлаждающей среде по установленному технологическим процессом режиму
Способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	<b>ПКС-3</b>	<b>ПКС-3.6</b> Выбирает материалы и технологические процессы для решения задач профессиональной деятельности
Готовность использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов	<b>ПКС-5</b>	<b>ПКС-5.1</b> Знает закономерности, отражающие зависимость механических, физических, физико-химических и технологических свойств современных материалов от химического состава, структурного состояния и видов обработки
		<b>ПКС-5.3</b> Применяет методы описания фазовых превращений; аппарат математического и физического моделирования процессов в промышленности; современные энергосберегающие технологии
		<b>ПКС-5.4</b> Применяет оборудование для физического и математического моделирования технологических процессов термической, термомеханической, химико-термической обработки и сварки металлов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 6 зачётные единицы, 216 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		V	VI
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>105</b>	<b>51</b>	<b>54</b>
Лекции (Л)	35	17	18
Практические занятия (ПЗ)	35	17	18
Лабораторные работы (ЛР)	35	17	18
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>39</b>	<b>3</b>	<b>36</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-	-
Реферат	26	-	26
Подготовка к практическим занятиям	10	-	10
Подготовка к лабораторным занятиям	3	3	-
Подготовка к экзамену	-	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации Экзамен (Э), зачет (З)</b>	<b>72</b>	<b>3, Э (36)</b>	<b>3, Э (36)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>			
	<b>ак. час.</b>	<b>216</b>	<b>90</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>6</b>	<b>2,5</b>
			<b>3,5</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
1	Раздел 1. Отжиг первого рода	10	2	4	4	-
2	Раздел 2. Отжиг второго рода	12	4	4	4	-
3	Раздел 3. Закалка без полиморфного превращения	4	2	-	2	-
4	Раздел 4. Закалка с полиморфным превращением	14	4	6	4	-
5	Раздел 5. Отпуск	12	4	4	4	-

6	Раздел 6. Старение	6	2	-	-	4
7	Раздел 7. Место термической обработки в общем цикле производства	8	1	4	-	3
8	Раздел 8. Нагрев при термической обработке	14	1	3	6	4
9	Раздел 9. Охлаждение при термической обработке	12	2	-	6	4
10	Раздел 10. Расчеты периодов термической обработки (времени нагрева, выдержки и охлаждения)	14	2	8	-	4
11	Раздел 11. Деформация и коробление полуфабрикатов и изделий при термической обработке	8	2	2	-	4
12	Раздел 12. Применение высококонцентрированных источников энергии при термической обработке	6	2	-	-	4
13	Раздел 13. Термомеханическая обработка	6	2	-	-	4
14	Раздел 14. Химико-термическая обработка	8	3	-	5	
15	Раздел 15. Термоциклическая термообработка	5	1	-	-	4
16	Раздел 16. Восстановительная термическая обработка	5	1	-	-	4
	<b>Всего</b>	<b>144</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>39</b>
	<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>72</b>				
	<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>				

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Отжиг первого рода	Сущность, разновидности и параметры отжига первого рода. Гомогенизационный отжиг. Дорекристаллизационный и рекристаллизационный отжики. Первичная рекристаллизация. Отжиг, уменьшающий напряжения.	2
2	Отжиг второго рода	Сущность и параметры отжига второго рода. Диффузионный, полный, неполный, сфероидизирующий, изотермический отжиг, нормализация. Гетерогенизационный отжиг, его сущность и назначение. Отжиг с фазовой перекристаллизацией	4
3	Закалка без полиморфного превращения	Сущность и назначение закалки сплавов, не имеющих полиморфных превращений. Изменение механических свойств сплавов при закалке без полиморфного превращения.	2
4	Закалка с полиморфным превращением	Сущность и назначение закалки с полиморфным превращением. Мартенситное превращение и его особенности. Бейнитное (промежуточное) превращение. Верхний и нижний бейниты, их структурные различия. Понятия прокаливаемости и критической скорости закалки.	4
5	Отпуск	Сущность и назначение отпуска сталей. Структуры отпущенного мартенсита, троостита и сорбита отпуска. Влияние легирующих элементов на превращения при отпуске сталей. Изменение механиче-	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		ских свойств при отпуске. Явление отпускной хрупкости легированных сталей.	
6	<b>Старение</b>	Сущность и назначение старения. Основы термодинамики процессов распада пересыщенных твердых растворов. Кинетика и последовательность образования выделений при старении. Коагуляция выделений и причины ее развития. Изменение свойств сплавов при старении. Естественное и искусственное старение. Явление возврата после старения.	2
7	<b>Место термической обработки в общем цикле производства</b>	Предварительная и окончательная термические обработки, и их задачи. Технологические периоды термической обработки: нагрев, выдержка, охлаждение. Основные расчетно-конструкторские и технологические этапы для упрочнения элементов машин и приборов.	1
8	<b>Нагрев при термической обработке</b>	Теплотехнические основы нагрева. Выбор температур нагрева по диаграммам фазовых равновесий. Способы нагрева и рабочие среды для нагрева; внутренние напряжения при нагреве; допустимая и возможная скорости нагрева. Особенности термической обработки при электронагреве. Окисление и обезуглероживание сталей при нагреве на воздухе.	1
9	<b>Охлаждение при термической обработке</b>	Выбор условий охлаждения; периоды охлаждения, скорости охлаждения, охлаждающие среды. Охлаждающие среды, применяемые при термической обработке, и условия их контакта с обрабатываемыми изделиями. Требования, предъявляемые к жидким охлаждающим средам.	2
10	<b>Расчеты периодов термической обработки (времени нагрева, выдержки и охлаждения)</b>	Влияние технологических факторов на режимы нагрева деталей (полуфабрикатов), инструмента. Конструкция печи и ее тепловая мощность, марка обрабатываемого материала и его исходное состояние, максимальное сечение заготовок (деталей, изделий) и их форма и масса, одновременно загружаемых в печь деталей.	2
11	<b>Деформация и коробление полуфабрикатов и изделий при термической обработке</b>	Классификация источников автодеформирования при термической обработке. Внутренние напряжения, возникающие в процессе термической обработки: временные и остаточные, термические и структурные. Источники внутренних напряжений. Деформация полуфабрикатов и изделий в процессе термической обработки и меры по ее уменьшению.	2
12	<b>Применение высококонцентрированных источников энергии при термической обработке</b>	Термическая обработка с использованием лазерного нагрева. Термическая обработка с использованием электроннолучевого нагрева. Преимущества и недостатки лучевой поверхностной термической обработки.	2
13	<b>Термомеханическая обработка</b>	Сущность и разновидности термомеханической обработки (ТМО). Термомеханическая обработка стареющих сплавов. Низкотемпературная термомеханическая обработка (НТМО). Высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО). Особенности предварительной термомеханической обработки (ПТМО) стареющих сплавов.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
14	Химико-термическая обработка сталей	Цементация сталей. Азотирование сталей. Нитроцементация сталей. Термическая обработка сталей после цианирования и нитроцементации. Борирование и силицирование сталей. Диффузионная металлизация сталей. Назначение процессов диффузионного азитирования, диффузионного хромирования и диффузионного цинкования.	3
15	Термоциклическая термообработка	Термоциклическая термообработка (ТЦО); сущность и принципы термоциклирования. Эволюция структуры при термоциклировании. Классификация видов ТЦО. Разновидности ТЦО сталей и чугунов. Химико-термоциклическая термообработка (ХТЦО): схемы осуществления и классификация видов ХТЦО.	1
16	Восстановительная термическая обработка	Изменения физико-механических свойств материалов в результате эксплуатации. Причины, снижающие надежность и долговечность материалов и изделий. Восстановительная термическая обработка (ВТО) как способ регенерации структуры и свойств материала, подвергнутого эксплуатации.	1
			35
<b>Итого:</b>			<b>35</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Наименование практических работ	Трудоемкость в ак. часах
1	1	Изменения структуры и свойств металлов при пластической деформации и последующей рекристаллизации	4
2	4	Установление технологических параметров охлаждения деталей при закалке и выбор закалочной среды	4
3	4	Определение структуры и свойств патентованной проволоки из стали У7	4
4	4-5	Особенности процесса охлаждения массивных изделий и его влияния на структуру закалённых деталей	4
5	4	Определение прокаливаемости по химическому составу сталей	2
6	7	Разработка маршрутных технологий получения различных изделий	4
7	7-10	Расчет времени нагрева и выдержки при различных операциях термической обработки	4
8	7-14	Расчет времени нагрева, выдержки и охлаждения деталей при химико-термической обработке	4
9	8	Выбор и расчет состава нейтральной контролируемой атмосферы	3

10	11	Деформация полуфабрикатов и изделий в процессе термической обработки, и меры по ее уменьшению	2
<b>Итого</b>			<b>35</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Наименование практических работ	Трудоемкость в ак. часах
1	1 6	Определение критических точек стали	4
2	1	Определение температуры рекристаллизационного отжига низкоуглеродистой стали	2
3	1-5	Работа 3. Влияние скорости охлаждения аустенита на структуру и свойства стали (отжиг, нормализация, закалка)	4
4	4-5	Упрочняющая термическая обработка сталей (закалка и отпуск)	4
5	4	Прокаливаемость стали	4
6	7-9	Влияние легирования на структурные превращения и режимы термической обработки сталей	6
7	8-9	Упрочняющая термическая обработка сплавов, не испытывающих полиморфных превращений	6
8	14	Изменение структуры и свойств стали при химико-термической обработке (цементации)	5
<b>Итого</b>			<b>35</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы

*Курсовые работы не предусмотрены*

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Лабораторные занятия.** Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне *зачета и экзамена* является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. *Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости***

1. Изложить сущность операций полного отжига и нормализации стали.
2. Привести схемы С-образных кривых для доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей с кривыми охлаждения, отвечающими полному отжигу и нормализации.
3. Указать назначение, области применения, относительные достоинства и недостатки полного отжига сталей.
4. Изложить сущность операции маятникового и обычного сфероидизирующего отжига заэвтектоидных сталей.
5. Схематически изобразить кривые «температура-время», характерные для разновидностей сфероидизирующего отжига.
6. Указать причины коробления стальных фасонных отливок.
7. Изложить сущность операции патентирования стали.
8. Указать, какие изменения происходят в структуре стали У12А в процессе полного отжига при температуре 930°C.
9. Охарактеризовать структурные изменения, происходящие в стали Р6М5 при нагреве под закалку при температуре 800, 1050 и 1200°C.
10. Указать, после какой термической обработки сталь 5ХНМ имеет структуру отпущенного мартенсита.
11. Объяснить с помощью диаграмм фазового равновесия систем «алюминий- медь» и «медь- бериллий» какие изменения претерпевают отожженные структуры сплавов Д1 и БрБ2 в процессе закалки.
12. Описать назначение, схему осуществления и условия проведения низкотемпературной термомеханической обработки сталей, закаливаемых на мартенсит.
13. Привести химические реакции, сопровождающие процессы низкотемпературной и высокотемпературной нитроцементации.
14. Охарактеризовать структурные изменения, происходящие в сталях в процессе термомеханической обработки с деформацией во время перлитного превращения.
15. Рекомендовать способ и режим химико-термического упрочнения шестерен для сочетания высоких значений поверхностной твердости и хорошей сопротивляемостью действию ударных нагрузок.

### **6.2. *Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена и зачета)***

#### **6.2.1. *Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к экзамену по дисциплине Теория и технология термической и химико-термической обработки:***

1. Гомогенизационный отжиг сплавов (назначение, структурные изменения и изменения свойств, режимы и области применения).
2. Дорекристаллизационный отжиг металлов и сплавов (назначение, структурные изменения и изменения свойств, режимы и области применения).
3. Рекристаллизационный отжиг металлов и сплавов (назначение, структурные изменения и изменения свойств, режимы и области применения).
4. Остаточные напряжения в металлах и сплавах, их происхождение и влияние на свойства

и поведение металлических изделий при обработке и эксплуатации.

5. Отжиг, уменьшающий напряжения в металлах и сплавах (назначение, структурные изменения, режимы и области применения).
6. Основы термодинамики фазовых превращений при охлаждении и нагреве. Критический зародыш и работа его образования.
7. Скорость образования центров кристаллизации, линейная скорость роста кристаллов и средняя скорость фазового превращения.
8. Гомогенное и гетерогенное зарождение фаз. Места предпочтительного образования зародышей при гетерогенном зарождении.
9. Кинетика фазовых превращений в твердом состоянии при нагреве. Диаграммы изотермических превращений и термокинетические диаграммы, способы их построения и значение.
10. Кинетика фазовых превращений в твердом состоянии при охлаждении. Диаграммы изотермических превращений и термокинетические диаграммы, способы их построения и значение.
11. Влияние легирующих элементов на процесс образования аустенита при нагреве.
12. Закономерности роста аустенитного зерна при нагреве. Перегрев и пережоги сталей.
13. Начальное, наследственное и действительное зерно аустенита. Методы оценки склонности сталей к росту зерна. Изложить сущность операций полного отжига и нормализации сталей.
14. Полная и неполная закалка сталей.
15. Ступенчатая закалка и закалка сталей в двух средах.
16. Изотермическая закалка сталей.
17. Закалка сталей с обработкой холодом.
18. Поверхностная закалка сталей.
19. Влияние легирующих элементов на структурные изменения при отпуске сталей.
20. Разновидности отпуска сталей.
21. Механизм мартенситного превращения: кооперативный характер атомных перемещений, когерентный рост мартенситных кристаллов.
22. Механизм мартенситного превращения: кристаллогеометрия перестройки решетки аустенита в решетку мартенсита, дополнительная деформация при мартенситном превращении.
23. Микроструктура и субструктура сплавов, закаленных на мартенсит. Особенности строения пластинчатого мартенсита.
24. Микроструктура и субструктура сплавов, закаленных на мартенсит. Особенности строения реечного мартенсита.
25. Причины изменения механических свойств сплавов при закалке на мартенсит.
26. Кинетика и механизм бейнитного превращения. Строение и свойства верхнего и нижнего бейнитов.
27. Закаливаемость и прокаливаемость сталей. Характеристики прокаливаемости и методы их определения.
28. Особенности изменения микроструктуры и свойств легированных сталей при отпуске. Явление вторичного твердения легированных сталей.
29. Необратимая и обратимая отпускная хрупкость сталей (сущность, причины и меры предотвращения).
30. Основы термодинамики и кинетика процессов распада пересыщенных твердых растворов.
31. Стадии распада пересыщенных твердых растворов при старении. Закономерности образования зон Гинье-Престона.
32. Стадии распада пересыщенных твердых растворов при старении. Закономерности образования метастабильных и стабильных фаз.

33. Элементарные стадии процессов диффузионного обогащения поверхностных слоев. Закономерности образования однофазных диффузионных зон.
34. Приемы и методы предотвращения окисления и обезуглероживания стальных изделий при термической обработке.
35. Классификация контролируемых атмосфер, применяемых при термической обработке, и требования, предъявляемые к контролируемым атмосферам.
36. Принципы получения, состав и назначение эндотермической, экзотермической, атмосферы из аммиака и азотной контролируемых атмосфер.
37. Охлаждающие среды, не претерпевающие изменений агрегатного состояния во всем диапазоне температур охлаждения изделий.
38. Охлаждающие среды, претерпевающие изменения агрегатного состояния в связи с их кипением на горячей поверхности охлаждаемых изделий.
39. Виды автодеформации и классификация источников авто-деформирования при термической обработке.
40. Автодеформации полуфабрикатов и изделий под действием внутренних напряжений и меры по их уменьшению

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### *Вариант 1*

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Для упрочнения высокопрочных сталей широко используют:	1. азотирование. 2. цементацию. 3. изотермическую закалку на нижний бейнит. 4. диффузионную металлизацию
2.	Закалка без полиморфного превращения производится:	1. С малыми скоростями охлаждения. 2. С большими скоростями охлаждения. 3. Со скоростью, зависящей от природы сплава. 4. В воде.
3.	Термическая обработка, при которой после нагрева выше критических температур и выдержки следует быстрое охлаждение деталей (в воде, водных растворах и др. средах), называется:	1. отжигом 2. старением 3. улучшением 4. закалкой. 5. борирование.
4.	При термической обработке стали происходят следующие основные изменения:	1. форма и размеры детали. 2. структурные изменения. 3. физико-механические свойства. 4. химический состав стали.
5.	При нормализации деталь охлаждают:	1. на воздухе. 2. в воде. 3. с печью. 4. в масле.
6.	Сталь, для которой отжиг можно заменить более дешевой термической обработкой-нормализацией:	1. Малоуглеродистая. 2. Среднеуглеродистая. 3. Высокоуглеродистая 4. Высоколегированная.

7.	Гомогенизационный отжиг применяют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для устранения химической неоднородности.</li> <li>2. Для устранения наклепа.</li> <li>3. Для снятия внутренних напряжений.</li> <li>4. Для снятия остаточных напряжений.</li> </ol>
8.	Отжиг для снятия внутренних напряжений применяют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для уменьшения остаточных напряжений.</li> <li>2. Для устранения внутренних напряжений.</li> <li>3. Для устранения наклепа.</li> <li>4. Для улучшения обрабатываемости резанием.</li> </ol>
9.	Рекристаллизационный отжиг применяют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для уменьшения остаточных напряжений.</li> <li>2. Для устранения внутренних напряжений.</li> <li>3. Для устранения наклепа.</li> <li>4. Для улучшения обрабатываемости резанием.</li> </ol>
10.	К отжигу второго рода относят:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. гомогенизационный, рекристаллизационный.</li> <li>2. отжиг для снятия внутренних напряжений.</li> <li>3. Полный отжиг.</li> <li>4. полный, неполный, сфероидизирующий и изотермический.</li> </ol>
11.	«Улучшение» - это операция термообработки высокопрочных сталей, состоящая из:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. закалки и низкого отпуска.</li> <li>2. закалки и среднего отпуска.</li> <li>3. патентирования и последующей пластической деформации.</li> <li>4. закалки и высокого отпуска.</li> </ol>
12.	Нагрев сталей выше линии Ас <sub>3</sub> , выдержка и охлаждение со скоростью выше критической называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. полной закалкой.</li> <li>2. старением.</li> <li>3. отпуском.</li> <li>4. нормализацией.</li> <li>5. отжигом.</li> </ol>
13.	Термическая обработка, при которой сталь нагревают выше линии Ас <sub>3</sub> , выдерживают и охлаждают вместе с печью:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полный отжиг.</li> <li>2. Нормализация.</li> <li>3. Полная закалка.</li> <li>4. Неполная закалка.</li> </ol>
14.	Полный отжиг применяют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. С целью измельчения зерна.</li> <li>2. Для устранения внутренних напряжений.</li> <li>3. Для устранения наклепа.</li> <li>4. Для улучшения обрабатываемости резанием.</li> </ol>
15.	При термической обработке стали происходят следующие основные изменения:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. форма и размеры детали.</li> <li>2. структурные изменения.</li> <li>3. физико-механические свойства.</li> <li>4. химический состав стали.</li> </ol>
16.	При отжиге стали охлаждение проводится:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. с большой скоростью.</li> <li>2. с очень малой скоростью (охлаждение с печью).</li> <li>3. с любой скоростью.</li> <li>4. как угодно.</li> </ol>

17.	Дислокациями в сталях называются:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. неметаллические включения.</li> <li>2. линейные дефекты кристаллической решетки.</li> <li>3. скопления сульфидов.</li> <li>4. границы зерен.</li> </ol>
18.	Твердостью сталей называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. способность сопротивляться ударным нагрузкам.</li> <li>2. способность сохранять высокие коррозионные свойства в агрессивных средах.</li> <li>3. способность сопротивляться внедрению других, более твердых тел.</li> <li>4. способность деформироваться в холодном состоянии.</li> </ol>
19.	При кристаллизации металлических слитков и отливок наблюдается неоднородность в распределении химических элементов по их сечению, которую можно устранить отжигом:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. полным</li> <li>2. диффузионным (гомогенизацией)</li> <li>3. рекристаллизационным</li> <li>4. неполным</li> </ol>
20.	Термическая операция, состоящая в нагреве металла в неустойчивом состоянии, полученном предшествующими обработками, выдержке при температуре нагрева и последующем медленном охлаждении для получения структур, близких к равновесному состоянию, называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. нормализацией.</li> <li>2. отжигом.</li> <li>3. закалкой.</li> <li>4. отпуском.</li> </ol>

### **Вариант 2**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Термическая обработка стали, заключающаяся в нагреве, выдержке и последующем охлаждении на воздухе, называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. нормализацией.</li> <li>2. отжигом.</li> <li>3. закалкой.</li> <li>4. отпуском.</li> </ol>
2.	При нормализации деталь охлаждают:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. на воздухе.</li> <li>2. в воде.</li> <li>3. с печью.</li> <li>4. в масле.</li> </ol>
3.	Перед упрочняющей закалкой структура стали должна быть мелкозернистой, что обеспечивается предварительным отжигом:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. рекристаллизационным.</li> <li>2. диффузионным.</li> <li>3. полным.</li> <li>4. сфероидизирующим.</li> </ol>
4.	Какую структуру имеют доэвтектоидные стали после нормализации?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перлит и цементит;</li> <li>2. мартенсит;</li> <li>3. феррит и цементит;</li> <li>4. феррит и перлит.</li> </ol>
5.	При отжиге деталь охлаждают:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. на воздухе;</li> <li>2. в воде;</li> <li>3. с печью;</li> <li>4. в масле.</li> </ol>

6.	Гомогенизирующий отжиг приводит к:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. повышению неоднородности металла</li> <li>2. повышению однородности металла</li> <li>3. понижению твердости металла</li> <li>4. повышению твердости металла</li> </ol>
7.	При отжиге стали охлаждение проводится:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. С большой скоростью охлаждения (в воде).</li> <li>2. С очень малой скоростью охлаждения (охлаждение с печью).</li> <li>3. С любой скоростью охлаждения.</li> <li>4. В полимерных закалочных средах.</li> </ol>
8.	Неполный отжиг применяют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. С целью измельчения зерна.</li> <li>2. Для устранения внутренних напряжений.</li> <li>3. Для устранения наклепа.</li> <li>4. Для улучшения обрабатываемости резанием.</li> </ol>
9.	Инструментальные углеродистые стали подвергают отжигу на зернистый перлит с целью:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измельчения зерна.</li> <li>2. Для устранения внутренних напряжений.</li> <li>3. Для снижения твердости перед обработкой резанием.</li> <li>4. Для устранения наклепа.</li> </ol>
10.	Нормализация высокопрочных сталей это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. нагрев выше <math>A_{с3}</math> и охлаждение в масле.</li> <li>2. нагрев выше <math>A_{с3}</math> и охлаждение с печью.</li> <li>3. нагрев выше линии солидуса и охлаждение в полимерной жидкости.</li> <li>4. нагрев выше <math>A_{с3}</math> и охлаждение на воздухе</li> </ol>
11.	Сталь, для которой отжиг можно заменить более дешевой термической обработкой-нормализацией:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Малоуглеродистая.</li> <li>2. Среднеуглеродистая.</li> <li>3. Высокоуглеродистая</li> <li>4. Высоколегированная.</li> </ol>
12.	Нагрев высокопрочных сталей выше линии $A_{с3}$ , выдержка и охлаждение на воздухе называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. патентированием.</li> <li>2. гомогенизацией.</li> <li>3. изотермической закалкой.</li> <li>4. нормализацией.</li> </ol>
13.	При нормализации сталь охлаждают:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В воде.</li> <li>2. В масле.</li> <li>3. На воздухе.</li> <li>4. Вместе с печью.</li> </ol>
14.	Термической обработкой путем нагрева и последующего охлаждения с различными скоростями изменяют свойства сталей за счет:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. изменение химического состава</li> <li>2. изменение размеров деталей</li> <li>3. изменение конфигурации деталей</li> <li>4. изменение структуры сталей</li> </ol>
15.	«Улучшение» - это операция термообработки высокопрочных сталей, состоящая из:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. закалки и низкого отпуска.</li> <li>2. закалки и среднего отпуска.</li> <li>3. патентирования и последующей пластической деформации.</li> <li>4. закалки и высокого отпуска.</li> </ol>

16.	Прокаливаемость стали характеризуется величиной:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. закаленной на мартенсит зоны</li> <li>2. перлитной области</li> <li>3. совместно перлитной и мартенситной областей</li> <li>4. охлажденной области</li> </ol>
17.	Твердостью сталей называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. способность сопротивляться ударным нагрузкам.</li> <li>2. способность сохранять высокие коррозионные свойства в агрессивных средах.</li> <li>3. способность сопротивляться внедрению других, более твердых тел.</li> <li>4. способность деформироваться в холодном состоянии.</li> </ol>
18.	Дислокациями в сталях называются:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. неметаллические включения.</li> <li>2. линейные дефекты кристаллической решетки.</li> <li>3. скопления сульфидов.</li> <li>4. границы зерен.</li> </ol>
19.	Закалка стали может проводиться в:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. керосине</li> <li>2. спирте</li> <li>3. масле</li> <li>4. кислоте</li> </ol>
20.	Нагрев сталей выше линии Ас <sub>3</sub> , выдержка и охлаждение со скоростью выше критической называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. полной закалкой.</li> <li>2. старением.</li> <li>3. отпуском.</li> <li>4. нормализацией.</li> <li>5. отжигом.</li> </ol>

### **Вариант 3**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Критической скоростью при закалке сталей называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. минимальная скорость охлаждения, необходимая для фиксации, аустенитной структуры</li> <li>2. максимальная скорость охлаждения, при которой аустенит еще распадается на структуры перлитного типа.</li> <li>3. минимальная скорость охлаждения, необходимая для получения трооститной структуры.</li> <li>4. минимальная скорость охлаждения, необходимая для получения мартенситной структуры.</li> </ol>
2.	Способность материалов сопротивляться внедрению другого, более твердого тела называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. прочностью.</li> <li>2. упругостью.</li> <li>3. вязкостью.</li> <li>4. твердостью.</li> </ol>

3.	Прочностью называют способность материалов сопротивляться:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. внедрению инородного тела.</li> <li>2. износу и кавитации.</li> <li>3. циклической нагрузке.</li> <li>4. пластической деформации и разрушению под действием внешней нагрузки</li> </ol>
4.	Внутренними концентраторами напряжений в сталях являются:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. острые углы.</li> <li>2. отверстия с малым диаметром.</li> <li>3. поверхностные трещины.</li> <li>4. неметаллические включения.</li> </ol>
5.	Укажите основное назначение закалки без полиморфного превращения:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подготовка сплава к старению.</li> <li>2. Повышение прочности.</li> <li>3. Повышение пластичности.</li> <li>4. Повышение твердости.</li> </ol>
6.	Закаливаемость стали характеризуется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. максимальным диаметром сечения образца сквозной закалки;</li> <li>2. твердостью поверхностного слоя;</li> <li>3. содержанием углерода в стали;</li> <li>4. твердостью и содержанием углерода в стали.</li> </ol>
7.	Обезуглероживание поверхности деталей при закалке происходит вследствие:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. неравномерного изменения объема детали при нагреве и охлаждении;</li> <li>2. низкой температуры нагрева под закалку;</li> <li>3. высокой температуры нагрева;</li> <li>4. длительности нагрева при высокой температуре.</li> </ol>
8.	Укажите кристаллическую решетку мартенсита:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. объемно-центрированная кубическая;</li> <li>2. гранецентрированная кубическая;</li> <li>3. ромбическая;</li> <li>4. тетрагональная.</li> </ol>
9.	От многих деталей при эксплуатации требуется повышенная твердость и износостойкость только в поверхностном слое. Это достигается термической обработкой:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. закалкой</li> <li>2. отпуском</li> <li>3. нормализацией</li> <li>4. поверхностной закалкой</li> </ol>
10.	При закалке мартенсит образуется из аустенита при охлаждении последнего со скоростью, большей критической (Укр.). Такую скорость при закалке углеродистых сталей обеспечивает охлаждающая среда:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. воздух</li> <li>2. масло</li> <li>3. водные растворы, вода</li> <li>4. керосин</li> </ol>
11.	Структура, образующаяся при нагреве закаленной углеродистой стали до 350—400 °С, называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сорбит отпуска;</li> <li>2. мартенсит отпуска;</li> <li>3. троостит отпуска;</li> <li>4. бейнит отпуска.</li> </ol>
12.	Структура, образующаяся при нагреве закаленной углеродистой стали до 500-600 °С, называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сорбит отпуска;</li> <li>2. мартенсит отпуска;</li> <li>3. троостит отпуска;</li> <li>4. бейнит отпуска.</li> </ol>

13.	Термическая обработка (нагрев и последующее быстрое охлаждение), после которой материал находится в не равновесном структурном состоянии, несвойственном данному материалу при нормальной температуре, называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. нормализацией;</li> <li>2. отжигом;</li> <li>3. закалкой;</li> <li>4. отпуском.</li> </ol>
14.	Внутренними концентраторами напряжений в сталях являются:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. острые углы.</li> <li>2. отверстия с малым диаметром.</li> <li>3. поверхностные трещины.</li> <li>4. неметаллические включения.</li> </ol>
15.	Закалка без полиморфного превращения производится:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. С малыми скоростями охлаждения.</li> <li>2. С большими скоростями охлаждения.</li> <li>3. Со скоростью, зависящей от природы сплава.</li> <li>4. В воде.</li> </ol>
16.	Термическая обработка, при которой после нагрева выше критических температур и выдержки следует быстрое охлаждение деталей (в воде, водных растворах и др. средах), называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. отжигом</li> <li>2. старением</li> <li>3. улучшением</li> <li>4. закалкой.</li> </ol>
17.	Изменение свойств при закалке без полиморфного превращения:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зависит от фазового состава и особенностей структуры сплава в исходном и закаленном состояниях, от условий закалки, предыдущей обработки.</li> <li>2. Не зависит от фазового состава и особенностей структуры сплава.</li> <li>3. Не зависит от фазового состава и особенностей структуры сплава, а зависит от условий закалки и предыдущей обработки.</li> <li>4. Зависит от фазового состава и особенностей структуры сплава и не зависит от предыдущей обработки.</li> </ol>
18.	Закалка без полиморфного превращения применяется для сплавов:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не испытывающих полиморфных превращений.</li> <li>2. Не испытывающих полиморфных превращений и имеющих неограниченную растворимость одного компонента в другом.</li> <li>3. Не испытывающих полиморфных превращений, но имеющих ограниченную растворимость одного компонента в другом.</li> <li>4. Образующих химические соединения.</li> </ol>
19.	Наибольшую прочность закаленная сталь приобретает при охлаждении в:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. соли</li> <li>2. масле</li> <li>3. щелочи</li> <li>4. воде.</li> </ol>
20.	При закалке могут образоваться следующие дефекты:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. трещины</li> <li>2. раковины</li> <li>3. рыхлости</li> <li>4. разупрочнение.</li> </ol>

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1 Критерии оценок промежуточной аттестации

##### Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных, лабораторных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных, лабораторных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

##### Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных, лабораторных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### 6.3.2. Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно

51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Носков, Ф. М. Технология и оборудование термической и химико-термической обработки. Теория и технология термической обработки металлов и сплавов: учебное пособие / Ф. М. Носков, Л. И. Квеглис, М. В. Носков. — Красноярск : СФУ, 2018. — 334 с. — ISBN 978-5-7638-3921-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157563>
2. Солнцев, Ю.П. Материаловедение [Текст] : учебник / Ю. П. Солнцев, С.А.Вологжанина, А.Ф. Иголкин. - Изд. 11-е, стереотипное. - М : Издательский центр "Академия", 2016. - 496 с. - ISBN 978-5-4468-2788-6.
3. Меркулова Г.А. Материаловедение и термическая обработка цветных сплавов [Текст] : учебное пособие / Г. А. Меркулова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2008. – 312 с.
4. Андриюшечкин, В. И. Химико-термическая обработка металлов и сплавов : сборник / В. И. Андриюшечкин. — Москва : МИСИС, 2001. — 83 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117070>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Волков, Г. М. Материаловедение [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по не машиностроительным специальностям / Г. М. Волков, В. М. Зуев. - 3-е изд., стер. - Москва : Академия, 2013. - 448 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат).-(Техника и технические науки). - Прил.: с. 428-441. - Библиогр.: с. 442. - ISBN 978-5-4468-0145-9.
2. Лахтин, Ю. М. Материаловедение [Текст] : учебник для высших технических учебных заведений / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева.- 3-е изд., стер. - Москва : Альянс, 2014. - 528 с. : ил. - Библиогр.: с. 520. - Предм. указ.: с. 521-523. - ISBN 978-5-91872-012-7.
3. Берлин, Е.В. Плазменная химико-термическая обработка поверхности стальных деталей [Текст] : учеб. для вузов / Е.В.Берлин, Н.Н.Коваль, Л.А.Сейдман. - М. : Техносфера, 2012. - 458, [1] с.
4. Герасимов С.А. Технология термической и химико-термической обработки [Текст] : метод. указание к выполнению лабораторных работ / С.А. Герасимов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. — 60 с.
5. Портной, В. К. Основы производства и обработки металлов : Термическая обработка металлов : учебное пособие / В. К. Портной. — Москва : МИСИС, 2007. — 58 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117222>

### 7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>  
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <http://e.lanbook.com/books>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
16. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

#### Аудитории для проведения лекционных занятий.

Специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного и практического типа оснащена следующим оборудованием:

52 посадочных места

Стол аудиторный – 26 шт., стул аудиторный – 52 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 шт., ИБП Protection Station 800 USB DIN – 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 шт.

#### Аудитории для проведения лабораторных и практических занятий.

Специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного и практического типа оснащена следующим оборудованием:

52 посадочных места

Стол аудиторный – 26 шт., стул аудиторный – 52 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 шт., ИБП Protection Station 800 USB DIN – 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 шт.

### 8.2. Помещения для самостоятельной работы:

Специализированная аудитория, используемая для самостоятельной работы студентов оснащена следующим оборудованием:

16 посадочных мест

Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт.

Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

### 8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт.,

паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

Аудитории для проведения лекционных и практических занятий обеспечена следующими лицензионными программами:

Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 "На поставку компьютерной техники")

Microsoft Office 2007 Professional Plus

Microsoft Open License 46431107

от 22.01.2010

CorelDRAW Graphics Suite X5

Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk

product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17),

7-zip (свободно распространяемое ПО),

Foxit Reader (свободно распространяемое ПО),

Foxit Reader (свободно распространяемое ПО),

SeaMonkey (свободно распространяемое ПО),

Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).