

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

« 31 » 03 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.07 СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОГО**  
**УПРОЧНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии  
материалов»

Направленность: «Прикладное материаловедение»,  
«Металловедение и термическая обработка  
металлов»

Программа: магистратура

Форма обучения: очная

Форма обучения:	Очная
Семестр(ы)	4
Общая трудоёмкость в з.е./часах	5/180
Контактная работа (час.), в том числе:	68
лекции (час.)	32
лабораторные работы (час.)	0
практические (семинарские) занятия (час.)	32
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	76
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экам., 36 час.

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Специальные технологии комплексного упрочнения материалов» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» (направленности «Металловедение и термическая обработка металлов» и «Прикладное материаловедение») для магистратов 2023 года приёма очной формы обучения.

Составитель:  
доц. кафедры  
«Физическое материаловедение».  
к.т.н., доц.



Крымов В.Н.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Физическое материаловедение».

Протокол от « 23 » марта 20 23 года № 6

Заведующий кафедрой  Н.Т. Егоров  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО ДОННТУ по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Протокол от « 23 » марта 20 23 года № 6

Председатель  Егоров Н.Т.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение».

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение».

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение».

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## 1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы теории и технологии локального и объемного упрочнения комплексного материалов и изделий путем комплексного физического, физико-химического воздействия.

**Целью преподавания дисциплины является** - усвоение студентами современных научных знаний по термодинамике, механизму и кинетике процессов, происходящих при комплексном упрочнении материалов и изделий из них путём наложения при тепловой обработке вибраций, магнитных полей, ультразвуковых колебаний, ударных волн, радиационного облучения; изучение особенностей фазовых и структурных превращений, происходящих при проведении разных видов комплексного упрочнения; научно обоснованном выборе технологических параметров для проведения указанных обработок.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**-знать:**

- современные методы и методики исследования и испытаний материалов и изделий и особенности их применения;
- цели и методы компьютерного моделирования свойств материалов.
- основы теории фазовых превращений в материалах и особенности влияния внешних и внутренних факторов воздействия на структуру и свойства материалов;
- основные методы и методики фазового и структурного анализа материалов.
- основы технологий получения и обработки материалов и изделий из них;
- основные методы и виды аппаратуры для контроля и автоматического регулирования основных технологических параметров процесса обработки;
- основные направления совершенствования технологических процессов обработки материалов и изделий
- основы теории моделирования и оптимизации технологических процессов;
- основные методы и методики моделирования, применяемые в материаловедении.

**-уметь:**

- выбрать методы и методики испытаний и исследований для решения поставленной исследовательской или производственной задачи;
- оценить надежность и достоверность результатов испытаний.
- выполнить качественный и количественный фазовый и структурный анализ материала и определить состав присутствующих в нем фаз;
- оценить качество контроля технологических параметров обработки материалов и изделий;
- разработать предложения по совершенствованию технологического процесса обработки материалов и изделий.
- составить план эксперимента;
- обосновать выбор вида математического анализа;
- выполнить статистическую оценку модели.

**- владеть:**

- методиками статистической обработки и анализа экспериментальных данных.
- основными методиками металлографического, рентгеноструктурного, рентгеноспектрального и электронномикроскопического анализа;
- навыками работы с измерительным оборудованием для контроля параметров технологического процесса;
- навыками расчета технологических параметров и характеристик оборудования для осуществления соответствующей обработки, в том числе и с применением персональных компьютеров.

- навыками математической обработки экспериментальных данных и оценки результатов моделирования

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

ПК-1. Способен организовывать, планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования в области материаловедения и обработки материалов с применением современных методов исследований и испытаний.

ПК-3. Способен применять методы моделирования, анализа, и оптимизации технологических процессов производства и свойств металлических, неметаллических, композиционных, порошковых материалов для поиска путей повышения качества продукции.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Дисциплина базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: химии, физики, физической химии, материаловедения, технологии производства и обработки материалов, термической обработки металлов, коррозии и защиты материалов, новым материалам и технологиям, физическим и механическим свойствам металлов, методологии и методам научных исследований.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении магистерской диссертации и при прохождении государственной итоговой аттестации.

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очн)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
Тема 1. Введение. Основные понятия, определения и терминология.	15	2	4	0	9
Тема 2. Общие закономерности превращений в материалах при наложении во время тепловой обработки вибраций, магнитных полей, ультразвуковых колебаний, ударных волн, радиационного облучения.	17	4	4	0	9
Тема 3. Процессы и технологии комплексной термовременной обработки материалов в расплавленном состоянии с наложением вибраций.	17	4	4	0	9
Тема 4. Процессы и технологии комплексной тепловой обработки материалов с наложением магнитных полей	19	6	4	0	9
Тема 5. Процессы и технологии комплексной тепловой обработки материалов с наложением ультразвуковых	18	5	4	0	9

колебаний.					
Тема 6. Процессы и технологии комплексной тепловой обработки материалов с наложением ударных волн.	17	4	4	0	9
Тема 7. Процессы и технологии комплексной тепловой обработки материалов с наложением радиационного облучения.	19	4	4	0	11
Тема 8. Особенности аппаратного обеспечения технологий комплексного упрочнения.	18	3	4	0	11
Контактная работа (дополнительная)	4				0
Курсовая работа (проект)	0				
Итого по видам занятий	<b>140</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>76</b>
Контроль	36				
Итого:	<b>180</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>76</b>

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-1	Темы 1, 3, 4, 5, 6, 7
ПК-3	Темы 2, 8

### 3.2. Лекции

#### Тема 1. Введение. Основные понятия, определения и терминология

##### Содержание темы 1:

Введение. Роль курса «СТКУМ» в подготовке магистров по материаловедению, материаловедению и термообработке. Основные определения комплексного упрочнения металлов и сплавов. Режим и параметры комплексного упрочнения. Роль комплексного упрочнения материалов в создании технологических процессов в металлургии, машиностроении и других областях промышленности. Основоположники теории комплексного упрочнения материалов. Роль и значение дисциплины «СТКУМ» в подготовке специалистов по материаловедению, материаловедению и термической обработке.

Литература к теме 1: [1, 2, 3, 4]

**Тема 2. Общие закономерности превращений в материалах при наложении во время тепловой обработки вибраций, магнитных полей, ультразвуковых колебаний, ударных волн, радиационного облучения.**

##### Содержание темы 2:

Термодинамика, механизм и кинетика превращений при комплексных воздействиях, включающих тепловое.. Условия равновесия фаз в твёрдых металлах и сплавах. Образование зародышей: зародыш критического размера. скорость их образования. Роль дефектов в зарождении кристаллов. Рост кристаллов. Типы межфазных границ и твердофазных превращений. Кинетика твердофазных превращений при комплексных воздействиях; особенности диаграмм изотермического превращения и при непрерывном охлаждении.

Литература к теме 2: [1, 2, 3, 4]

**Тема 3. Процессы и технологии комплексной термовременной обработки материалов в расплавленном состоянии с наложением вибраций.**

Содержание темы 3:

Неравновесные состояния многокомпонентных расплавов. Термовременная обработка стали и сплавов. Классификация методов динамических внешних воздействий на кристаллизацию сплавов. Связь технологических процессов обработки жидкого металла со строением и свойствами жидкого расплава. Металлургическая наследственность. Влияющие факторы: температура, продолжительность выдержки, степень перемешивания, частота вибраций, пульсаций, электромагнитное перемешивание и др.

Литература к теме 3: [\[1, 2, 3, 4\]](#)

**Тема 4. Процессы и технологии комплексной тепловой обработки материалов с наложением магнитных полей.**

Содержание темы 4:

Энергетическая оценка влияния магнитных полей при наложении их в процессе термической обработки (тепловое воздействие) металлов и сплавов. Диффузионные процессы под влиянием магнитных полей. Особенности образования и диффузионного распада аустенита при наложении магнитных полей;

зерно аустенита и вторичное зерно. Закалка стали и сплавов в магнитном поле.

Структура и свойства стали и сплавов, обработанных в магнитных полях. Концептуальные параметры технологических процессов тепловой обработки с наложением магнитных полей.

Литература к теме 4: [\[1, 2, 3, 4\]](#)

**Тема 5. Процессы и технологии комплексной тепловой обработки материалов с наложением ультразвуковых колебаний.**

Содержание темы 5:

Воздействие ультразвуковых колебаний на общие закономерности фазово-структурных превращений в металлах и сплавах. Диффузионные процессы под влиянием наложения ультразвука. Особенности образования и диффузионного распада аустенита при воздействии ультразвуковых колебаний; зерно аустенита и вторичное зерно. Закалка и отпуск стали и сплавов в ультразвуковом поле. Химико-термическая обработка с наложением ультразвуковых колебаний. Структура и свойства стали и сплавов, комплексно обработанных ультразвуком. Концептуальные параметры технологических процессов тепловой обработки с наложением ультразвуковых колебаний.

Литература к теме 5: [\[3, 4, 5\]](#)

**Тема 6. Процессы и технологии комплексной тепловой обработки материалов с наложением ударных волн.**

Содержание темы 6:

Взаимодействие ударных волн с металлами и сплавами. Механизмы скольжения и двойникования при наложении ударных волн. Структурные особенности упрочнения при взрывном деформировании; пластичность в условиях высокоскоростного нагружения. Упрочнение металлов с различными типами кристаллических решёток; эволюция точечных дефектов. Возврат и рекристаллизация после высокоскоростной деформации. Структура и свойства стали и сплавов, комплексно обработанных с наложением ударных волн. Концептуальные параметры технологических процессов тепловой обработки с наложением ударных волн при взрывном воздействии.

Литература к теме 6: [\[3, 4, 5\]](#)

**Тема 7. Процессы и технологии комплексной тепловой обработки материалов с наложением радиационного облучения.**

Содержание темы 7:

Взаимодействие излучений с твердыми телами. Облучение нейтронами, электронами и гамма-лучами; дефекты, возникающие при облучении; влияние на диффузию и фазово-



структурные превращения. Физические, механические и коррозионные свойства. Концептуальные параметры технологических процессов обработки с наложением радиационного облучения углеродистых и специальных сталей.

Литература к теме 7: [3, 4, 5]

**Тема 8. Особенности аппаратного обеспечения технологий комплексного упрочнения.**

Содержание темы 8:

Аппараты и устройства для преднамеренной комплексной обработки материалов и изделий из них при наложении во время тепловой обработки вибраций, магнитных полей, ультразвуковых колебаний, ударных волн, радиационного облучения. Комплексные эксплуатационные воздействия, включающие тепловое, их последствия, диагностика и прогнозные предупреждения

Литература к теме 8: [3, 4, 5]

### 3.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, ч(очн.)	Литерат.
1	Общие закономерности превращений в материалах при наложении во время тепловой обработки вибраций, магнитных полей, ультразвуковых колебаний, ударных волн, радиационного облучения.	4	[5, 6, 7]
2	Процессы и технологии комплексной термовременной обработки материалов в расплавленном состоянии с наложением вибраций	6	[5, 6, 7]
3	Процессы и технологии комплексной тепловой обработки материалов с наложением магнитных полей.	6	[5, 6, 7]
4	Процессы и технологии комплексной тепловой обработки материалов с наложением ультразвуковых колебаний.	6	[5, 6, 7]
5	Процессы и технологии комплексной тепловой обработки материалов с наложением ударных волн.	6	[5, 6, 7]
6	Процессы и технологии комплексной тепловой обработки материалов с наложением радиационного облучения.	4	[5, 6, 7]
Итого:		32	

### 3.4. Лабораторные работы

В учебном плане не запланировано

### 3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час (очн.)
1	Изучение лекционного материала	31
2	Подготовка к практическим занятиям	31
3	Подготовка к лабораторным работам	0
4	Выполнение курсового проекта	0
5	Выполнение курсовой работы	0
6	Выполнение индивидуального задания	0
Итого:		62

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа), индивидуальное задание по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

## 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

#### *Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;



- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

*Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

#### **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета**

1. Режим и параметры комплексного упрочнения материалов.
2. Термодинамика фазово-структурных превращений при комплексном упрочнении.
3. Механизм фазово-структурных превращений при комплексном упрочнении.
4. Кинетика фазово-структурных превращений при комплексном упрочнении
5. Влияние комплексных воздействий на образование зародышей новых фаз и рост кристаллов.
6. Влияние комплексных воздействий на распад переохлаждённого аустенита в диффузионной области.
7. . Влияние комплексных воздействий на образование аустенита при нагреве.
8. Влияние комплексных воздействий на превращения переохлаждённого аустенита в мартенситной области.
9. Влияние комплексных воздействий на превращения мартенсита при нагреве до  $t_{A_1}$  (при отпуске).
10. Методы комплексного воздействия на кристаллизацию сплавов.
11. Металлургическая наследственность и её практическое использование.
12. Динамические методы воздействий на кристаллизацию сплавов..
13. Термовременная обработка сплавов в жидком состоянии.
14. Процессы комплексной тепловой обработки материалов с наложением магнитных полей.
15. Технологические особенности комплексной тепловой обработки материалов с наложением магнитных полей.
16. Процессы комплексной тепловой обработки материалов с наложением ультразвуковых колебаний.
17. Технологические особенности комплексной тепловой обработки материалов с наложением ультразвуковых колебаний.
18. Процессы комплексной тепловой обработки материалов с наложением ударных волн.
19. Технологические особенности комплексной тепловой обработки материалов с наложением ударных волн.
20. Процессы комплексной тепловой обработки материалов с наложением радиационного облучения.
21. Технологические особенности комплексной тепловой обработки материалов с наложением радиационного облучения.

## 22. Особенности аппаратного обеспечения комплексного упрочнения.

### Пример экзаменационного билета

<b>ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»</b>	
Уровень высшего профессионального образования	магистратура
Направление подготовки	22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»
Направленность	«Прикладное материаловедение», «Металловедение и термическая обработка металлов»
Семестр	4
Учебная дисциплина	«Специальные технологии комплексного упрочнения материалов»
<b>БИЛЕТ №2</b>	
1. Механизм фазово-структурных превращений при комплексном упрочнении. 2. Процессы и технологические особенности комплексной тепловой обработки материалов с наложением магнитных полей. 3. Назначить режим комплексной предварительной термической обработки поковки зубчатого колеса из стали 40ХНМА, обосновать его, характеризовать структуру и свойства..	
Утверждено на заседании кафедры «Физическое материаловедение» Протокол №18 от 20.06.2022 г.	
Зав. кафедрой	Н.Т.Егоров
Экзаменатор	Крымов В.Н.

### 4.3. Критерии оценивания

Итоговая оценка по 100-балльной шкале формируется как сумма баллов за ответ на билета и суммы баллов, полученных по результатам выполнения практических работ.

За правильный ответ на первые два вопроса на экзамене ставится 30 баллов, за третий - 20 баллов.

Примерная схема оценивания приведена в таблице.

Показатель	Максимальное количество баллов
<b>Текущая аудиторная работа:</b>	
– выполнение практических работ	12
– текущий опрос (за все опросы)	8
<b>Экзаменационная работа</b>	80

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам практических (семинарских) занятий, выполнения практических работ, во время контрольных опросов в ходе проведения занятий.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4. Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

На примере темы «Процессы и технологии комплексной тепловой обработки материалов с наложением магнитных полей».

1. Энергетическая оценка влияния магнитных полей при наложении их в процессе теплового воздействия при термической обработке металлов и сплавов.
2. Влияние магнитного поля на процессы диффузии.
3. Температурные аномалии диффузионных процессов при наложении магнитных полей.
4. Роль магнитострикционных явлений при магнитной обработке.
5. Влияние магнитного поля на процессы рекристаллизации..
6. Изменение параметров дорекристаллизационных, рекристаллизационных и перекристаллизационных отжигов под влиянием магнитных воздействий.
7. Влияние магнитных полей на диффузионные превращения переохлаждённого аустенита.

#### 5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

##### I. Основная литература

1. Белевитин В.А. Упрочнение и восстановление деталей машин [Электронный ресурс]: справочное пособие / В. А. Белевитин, А. В. Суворов ; В.А. Белевитин, А.В. Суворов ; ФГБОУ ВПО "Челяб. гос. пед. ун-т". - 6 Мб. - Челябинск : Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/cd5720.pdf>
2. Коростелев, В. Ф. Поверхностное и объемное упрочнение сплавов : монография / В. Ф. Коростелев. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 160 с. — ISBN 978-5-9729-0721-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115155.html> (дата обращения: 03.02.2022).

##### II. Дополнительная литература

3. Глинер, Р. Е. Введение в технологию поверхностного упрочнения металла: учебное пособие / Р. Е. Глинер, В. И. Астащенко. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. — 328 с. — ISBN 978-5-9729-1038-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124009.html>
4. Кашаев В.В. Инновационные и ресурсосберегающие технологии в металлургии и сертификация металлопродукции [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов / В. В. Кашаев ; В.В. Кашаев ; ГОУ ВПО "ДонНТУ". - 1 Мб. - Донецк: ДонНТУ, 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/cd3760.pdf>

#### 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

5. Конспект лекций по дисциплине «Специальные технологии комплексного упрочнения материалов» [Электронный ресурс]: направление подготовки: 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов" : магистерская программа: Металловедение и термическая обработка металлов : уровень образования: магистратура : форма обучения: очная / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. физ. материаловедения; [сост.: В.И. Алимов] . - Донецк: ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. – 45 с.
6. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Специальные технологии комплексного упрочнения материалов" [Электронный ресурс] : направление

**Примечание [RAN1]:** По видам работ согласно учебному плану

подготовки: 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов" : магистерская программа: Металловедение и термическая обработка металлов : уровень образования: магистратура : форма обучения: очная / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. физ. материаловедения; [сост.: В.И. Алимов, В.Н. Крымов]. - 1 Мб. - Донецк: ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

7. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине "Специальные технологии комплексного упрочнения материалов" [Электронный ресурс]: направление подготовки: 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов": магистерская программа: "Прикладное материаловедение", "Металловедение и термическая обработка металлов" : программа: магистратура : форма обучения: очная / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. физ. материаловедения ; [сост.: В.И. Алимов, В.Н. Крымов]. - 273 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader (доступ через личный кабинет студента).

#### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR SMART - <http://iprbookshop.ru>

#### **Internet-ресурсы**

1.Металлофизика и новейшие технологии [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu\\_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=PRE F=&S21COLORTERMS=0&S21STR=MPhNT](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=PRE F=&S21COLORTERMS=0&S21STR=MPhNT)

2.Образовательный портал <http://metallovedeniye.ru/>

3. Сайт по лазерным технологиям <http://proiz-teh.ru/lazernaja-tehnologija.html>

### **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **1.Лекционные занятия:**

Аудитория 5.351, 5.362, оснащенные презентационной техникой, демонстрационными плакатами.

#### **2. Практические занятия:**

- лаборатория 5.359, 5.361 (Лаборатория термической обработки), термическим оборудованием, твердомерами (ТШ-2М, ТК-2М), микротвердомерами ПМТ-3, микроскопами (МИМ-7, Neophot-21). Установки для нанесения гальванических покрытий;

- образцы, упрочненные низкотемпературной плазмой, образцы с различными видами покрытий.