

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.03 ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАЗМЕННОГО
ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ И МОДИФИЦИРОВАНИЯ
ПОВЕРХНОСТИ**

Направление (специальность)
подготовки:

**22.04.01 «Материаловедение и технологии
материалов»**

(код и наименование направления / специальности)

Направленность:

Прикладное материаловедение, Металловедение и
термическая обработка металлов

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

Очная

(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения	Очная
Семестр(ы)	3
Общая трудоёмкость в з.е./часах	6/216
Контактная работа (час.), в том числе:	89
лекции (час.)	34
лабораторные работы (час.)	17
практические (семинарские) занятия (час.)	34
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	73
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экз. 54

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Теория и технология плазменного поверхностного упрочнения и модифицирования поверхности» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» (направленность «Прикладное материаловедение» и «Металловедение и термическая обработка металлов») для 2023 года приёма по очной форме обучения.

Составитель:


Доцент каф. «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  Егоров Н.Т.
(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.

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение»

Протокол от « _____ » _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

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 применения низкотемпературной плазмы для поверхностного упрочнения металлических изделий и инструмента.

Целью дисциплины является углубленное усвоение физических основ и технологии локального упрочнения с использованием низкотемпературной плазмы.

Задачи изучения дисциплины: получение знаний о процессах в низкотемпературной плазме, способов ее получения и использовании свойств плазмы в различных технологиях поверхностного упрочнения и получения покрытий; приобретение навыков исследования упрочненных слоев.

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 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.
- основные методы контроля и регулирования технологических параметров процессов тепловой обработки материалов и изделий.
- инновационные технологии обработки материалов и изделий из них.

уметь :

- выбрать методы и методики испытаний и исследований для решения поставленной исследовательской или производственной задачи;
- оценить надежность и достоверность результатов испытаний.
- оценить качество контроля за технологическими параметрами обработки материалов и изделий;
- разработать предложения по совершенствованию технологического процесса обработки материалов и изделий.
- обосновать выбор технических средств измерения, контроля и автоматического регулирования параметров технологических процессов тепловой обработки материалов и изделий;
- выбрать типы приборов для контроля свойств материалов.
- обосновать эффективность и целесообразность реализации конкретной инновационной технологии обработки.

владеть:

- методиками статистической обработки и анализа экспериментальных данных.
- 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 контроля технологических параметров тепловой обработки;
- навыками работы на типовом оборудовании для контроля свойств материалов.
- информацией о достоинствах и недостатках реализации различных технологий обработки материалов и изделий, позиционируемых в качестве инновационных.

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.

Преподавание дисциплины базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: физика, физическая химия, металловедение, теория термической обработки, поверхностное упрочнение, функциональные покрытия и др.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом 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 (очная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ.	СРС
Тема 1. Физика плазмы.	34	6	-	18	10
Тема 2. Оборудование для получения плазмы и поверхностного упрочнения	16	6	-	-	10
Тема 3. Технологии поверхностного термического упрочнения изделий	26	6	10	-	10
Тема 4. Поверхностное легирование с использованием низкотемпературной плазмы	29	6	7	6	10
Тема 5. Технологии ХТО с использованием плазмы низкого давления	20	4	-	6	10
Тема 6. Технологии поверхностного упрочнения с использованием электролитной плазмы	14	4	-		10
Тема 7. Другие технологии упрочнения с использованием плазмы	19	2	-	4	13
Контактная работа (дополнительная)	4				0
Курсовой проект	0				0
Итого по видам занятий	158	34	17	34	73
Контроль	54				
Итого:	216				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

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

3.2. Лекции

Тема 1. Физика плазмы

Содержание темы 1:

Феноменологическое описание плазмы. История исследования плазмы. Свойства плазмы: электрические свойства, взаимодействие плазмы с электрическими и магнитными полями и пр. Разновидности плазмы: высоко- и низкотемпературная плазма; плазма высокого и низкого давления. Плазма в природе. Способы получения плазмы.

Литература к теме 1: [1, 2, 3, 4]

Тема 2. Оборудование для получения плазмы и поверхностного упрочнения.

Содержание темы 2:

Оборудование для получения низкотемпературной плазмы – дуговые плазмотроны. Конструкции плазмотронов. Особенности конструкции плазмотронов для различных технологических процессов. Прочее оборудование: устройства для перемещения, источники питания, оборудование для подачи газов.

Литература к теме 2 [1, 2, 3, 4]

Тема 3. Технологии поверхностного термического упрочнения изделий.

Содержание темы 3:

Термоупрочнение без оплавления поверхности. Параметры обработки: ток и напряжение дуги; расход и состав плазмообразующих газов и пр. Влияние технологических параметров на размеры и строение упрочненного слоя. Упрочнение с оплавлением поверхности.

Литература к теме 3[1, 2, 3, 4]

Тема 4. Поверхностное легирование с использованием низкотемпературной плазмы.

Содержание темы 4:

Основные схемы поверхностного легирования и модифицирования. Способы подачи легирующего элемента в зону упрочнения. Технологии поверхностного легирования различными элементами.

Литература к теме 4: [1, 2, 3, 4]

Тема 5. Технологии ХТО с использованием плазмы низкого давления.

Содержание темы 5:

Вольтамперная характеристика газового разряда. Технологические особенности тлеющего разряда. Оборудование для обработки в плазме тлеющего разряда. Технологии ХТО в тлеющем разряде.

Литература к теме 5: [1, 2, 3, 4]

Тема 6. Технологии поверхностного упрочнения с использованием электролитной плазмы.

Содержание темы 6:

Особенности получения и свойств электролитной плазмы. Технологические параметры. Технологии поверхностного упрочнения и модифицирования изделий в электролитной плазме. Полировка и очистка поверхности в электролитной плазме.

Литература к теме 6: [2, 4, 5]

Тема 7. Другие технологии упрочнения и обработки с использованием плазмы

Содержание темы 7:

Плазменная ионная имплантация. Очистка поверхности, полировка и травление в плазме тлеющего разряда. Плазменная размерная обработка поверхности.

Литература к теме 7: [2, 4, 5]

3.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1.	Определение степени ионизации плазмы	6	[5, 7]
2.	Теплофизические процессы при взаимодействии низкотемпературной плазмы с материалом	6	[5, 7]
3.	Расчет температурного поля при взаимодействии плазмы	8	[5, 7]
4.	Локальная химико-термическая обработка с использованием низкотемпературной плазмы	6	[5, 7]
5.	Строение и твердость сталей, азотированных в тлеющем разряде	8	[5, 7]
Итого:		34	

3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1.	Строение и свойства упрочненного слоя на чугунах	6	[5, 6, 8]
2.	Плазменное упрочнение сталей	6	[5, 6, 8]
3.	Плазменное поверхностное легирование	5	[5, 6, 8]
Итого:		17	

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	30
2	Подготовка к практическим занятиям	23
3	Подготовка к лабораторным работам	20
4	Выполнение курсового проекта	0
5	Выполнение курсовой работы	0
6	Выполнение индивидуального задания	0
Итого:		73

3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект и индивидуальное задание 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. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- 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;
- 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;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Примечание [RAN1]: О научной литературе здесь и далее говорить в РПД по дисциплинам магистратуры.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Дайте физическую характеристику плазмы.
2. На каких процессах основано плазменное поверхностное термическое упрочнение сталей?
3. Приведите классификацию технологических способов упрочнения металлоизделий с использованием низкотемпературной плазмы.
4. Опишите основные физические свойства плазмы.
5. Как взаимодействует плазма с магнитным полем?
6. Что такое «пинч-эффект»? Как он сказывается на свойствах низкотемпературной плазмы?
7. Технологические способы получения плазмы. Опишите конструкцию и принцип действия высокочастотных плазмотронов. В чем их преимущество по сравнению с дуговыми?
8. В чем отличие технологий плазменного упрочнения чугунов по сравнению со сталями? Приведите особенности строения упрочненного слоя чугунов.
9. Исходя из известных свойств плазмы, назовите случаи нахождения плазмы в природе?
10. Для каких целей может применяться тлеющий разряд? Опишите технологические основы обработки с использованием тлеющего разряда.
11. Дайте развернутую характеристику строению упрочненного слоя на сталях. Какое влияние оказывает на структуру слоя содержание углерода и легирующих элементов?
12. Чем объясняется основное свойство плазмы – высокая температура? Можно ли получить плазму с меньшей температурой?
13. Дайте характеристику основным технологическим способам плазменного поверхностного легирования. В чем отличие технологий легирования с помощью плазмы и других ВИЭ?
14. Охарактеризуйте особенности фазовых и структурных превращений в сталях при плазменном поверхностном упрочнении.
15. Перечислите причины, объясняющие более высокие прочностные характеристики слоя, упрочненного плазмой, по сравнению с традиционным объемным упрочнением.
16. Назовите технологические способы получения плазмы. Опишите конструкцию и принцип действия дуговых плазмотронов.
17. Перечислите технологические параметры, влияющие на свойства упрочненного слоя. Охарактеризуйте направления влияния.
18. В чем отличие плазмы низкого давления от плазмы дугового разряда? В каких параметрах выражается это отличие?
19. Опишите физические процессы, происходящие при ХТО в тлеющем разряде.
20. Что означает «электролитная плазма»? Какие технологические процессы можно осуществлять в ней?

Примечание [RAN2]: При отсутствии экзамена пункт 4.2 не удалять. Делается запись «Учебным планом экзамен не запланирован.».

21. Охарактеризуйте способы поверхностного легирования при использовании низкотемпературной плазмы.

22. Поясните различие строения упрочненного слоя, полученного при поверхностном легировании низкотемпературной плазмой, от диффузионного слоя, полученного традиционной ХТО.

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»	
Уровень высшего профессионального образования:	Магистратура
Направление подготовки	22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»
Направленность	Металловедение и термическая обработка металлов, Прикладное материаловедение
Семестр:	3
Учебная дисциплина:	Теория и технология плазменного поверхностного упрочнения и модифицирования поверхности
БИЛЕТ №1	
1. Дайте физическую характеристику плазмы. 2. На каких процессах основано плазменное поверхностное термическое упрочнение сталей? 3. Приведите классификацию технологических способов упрочнения металлоизделий с использованием низкотемпературной плазмы.	
Утверждено на заседании кафедры «Физическое материаловедение» Протокол № 12 от 29.06.2022	
Зав. кафедрой Экзаменатор	Н.Т. Егоров В.Н. Крымов

4.3 Критерии оценивания

Итоговая оценка за семестр выставляется как сумма баллов, полученных на экзамене и по результатам текущей работы на лабораторных и практических занятиях.

Максимальная оценка, которую можно подучить на экзамене – 75 баллов. Она формируется как сумма баллов набранных за ответы на вопросы билета.

Схема оценивания приведена в таблице.

Составляющие учебной работы	Максимальный балл за выполнение одной единицы вида работы	Сумма по составляющей вида работы ¹⁾
Лабораторные работы	5	15
Практические работы	2	10
Экзамен	75	75
Итого:		100

Примечание: в случае неудовлетворительного выполнения лабораторной или практической работы баллы за эту работу вычитаются из итоговой оценки.

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам выполнения практических занятий и лабораторных 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-бальной 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

Лабораторная работа на тему: «Строение и свойства упрочненного слоя на чугунах». Вопросы при текущем опросе:

1. Какова природа поверхностного упрочнения при воздействии на чугуны низкотемпературной плазмой?

2. Какой недостаток упрочнения серых чугунов с оплавлением поверхности вы можете назвать?

3. Возможно ли упрочнение чугунов с использованием ВИЭ без оплавления поверхности? Какие параметры обработки нужно для этого изменить?

4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом не предусмотрено

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Коротков, В. А. Поверхностная плазменная закалка : монография / В. А. Коротков ; под редакцией В. Ф. Пегашкин. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 61 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20695.html>.

2. Сафонов Е. Н. Плазменная закалка деталей машин [Электронный ресурс] / Е. Н. Сафонов ; М-во образования и науки РФ ; ФГАОУ ВПО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н.Ельцина», Нижнетагил. технол. ин-т (фил.). – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2014. — 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/19/cd9268.pdf>

II. Дополнительная литература

3. Берлин, Е. В. Индуктивные источники высокоплотной плазмы и их технологические применения / Е. В. Берлин, В. Ю. Григорьев, Л. А. Сейдман. — Москва : Техносфера, 2018. — 464 с. — ISBN 978-5-94836-519-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93367.html>

4. Берлин, Е. В. Упрочнение стальных деталей плазмохимической обработкой : справочное пособие / Е. В. Берлин, Н. Н. Коваль, Л. А. Сейдман. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 468 с. — ISBN 978-5-9729-0639-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115187.html>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

5. Крымов, В.Н. Конспект лекций по курсу «Теория и технология плазменного поверхностного упрочнения и модифицирования поверхности» [Электронный ресурс] : для студентов, обучающихся по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» / В.Н. Крымов. – Электрон. дан. (1 файл: 2 Мб). - Донецк : ДОННТУ, 2019. - Системные требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

6. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине “Теория и технология плазменного поверхностного упрочнения и модифицирования поверхности”: для студентов направления подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» [Электронный ресурс] / ГОУВПО «ДОННТУ», Кафедра физического материаловедения ; сост. В. Н. Крымов. – Электрон. дан. (1 файл). - Донецк : ДОННТУ, 2019. - Системные требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента)

7. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине “Теория и технология плазменного поверхностного упрочнения и модифицирования поверхности”: для магистрантов направления подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» [Электронный ресурс] / ГОУВПО «ДОННТУ», Кафедра физического материаловедения ; сост. В. Н. Крымов. – Электрон. дан. (1 файл). - Донецк : ДОННТУ, 2019. - Системные требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента)

8. Методические указания к организации самостоятельной работы студентов по курсу “Теория и технология плазменного поверхностного упрочнения и модифицирования поверхности”: для магистрантов направления подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» [Электронный ресурс] / ГОУВПО «ДОННТУ», Кафедра физического материаловедения ; сост. В. Н. Крымов. – Электрон. дан. (1 файл). - Донецк : ДОННТУ, 2019. - Системные 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

<http://plasmaport.com>

<https://plazmaosn.wordpress.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

- аудитория 5.362 оснащена презентационной техникой;
- натурные образцы оборудования и изделий после плазменного упрочнения.

2. Лабораторные работы:

- лаборатории 5.359 (Лаборатория термической обработки), 5.361 оснащенные, твердомерами, микротвердомерами, металлографическими микроскопами, оборудованием для приготовления микрошлифов.

3. Практические занятия:

- аудитория 5.351/364 оснащенная диаграммами, графиками различных зависимостей, фотографиями микроструктур и т.п.

Примечание [RAN3]: По видам работ согласно учебному плану