

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА» (НГТУ)

Институт физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИФХТиМ

Мацулевич Ж.В.  
(подпись) (ф. и. о.)  
« 04 » июля 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.4 Основы высокоэнергетических методов обработки материалов

для подготовки бакалавров

Направление подготовки : 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность: Материаловедение, технологии наноматериалов и композитов

Форма обучения: очно-заочная

Год начала подготовки 2023

Выпускающая кафедра МТМиТом

Кафедра-разработчик МТМиТом

Объем дисциплины 72/2  
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик (и): Беляева Сульгун Сабуровна, старший преподаватель

г. Нижний Новгород, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 02 июня 2020 г. № 701 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 18.05.2023 № 21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов» (МТМиТом), протокол от 27.06.2023 № 6

Зав. кафедрой МТМиТом д.т.н, профессор, Хлыбов А.А. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом Института физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ), Протокол от 04.07.2023 № 11

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 22.03.01-м-40 \_\_\_\_\_

Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) .....	4
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП.....	7
5. Структура и содержание дисциплины.....	8
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	13
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	15
8. Информационное обеспечение дисциплины .....	16
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	18
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	18
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	19
12.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	20

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **Цель освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является освоение навыков разработки режимов высокоэнергетической обработки и поверхностного лазерного упрочнения заготовок и деталей на разных стадиях технологического цикла для решения исследовательских и практических задач.

### **Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- физические, химические, механические и технологические свойства материалов и покрытий;
- технологические режимы лазерного термоупрочнения машиностроительных материалов;
- методология принятия решения при выборе материалов и способов их обработки;
- методы выбора материалов и технологий на основе информационных баз данных;
- использовать основные виды технологических процессов высокоэнергетических методов обработки материалов;
- использовать закономерности взаимосвязи структуры, свойств материалов и факторов технологических процессов лазерной и других видов высокоэнергетической обработки;
- принимать обоснованные решения при выборе материалов и технологий обработки деталей;

-подбирать метод контроля свойств, полученных при высокоэнергетической обработке.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина Б1.В.ОД.4 «Основы высокоэнергетических методов обработки материалов» включена в перечень дисциплин вариативной части образовательной программы. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Физика, Общая химия, Материаловедение, Теория строения материалов.

Дисциплина «Основы высокоэнергетических методов обработки материалов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Теория, технология и оборудование высокоэнергетических методов обработки материалов, Технологическое оборудование и оснастка производств порошковой металлургии и термообработки, Методология выбора материалов и технологий в машиностроении, Научно-исследовательская работа, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Основы высокоэнергетических методов обработки материалов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1 – Формирование компетенций по дисциплинам  
(очно-заочная форма обучения)

Наименование дисциплин, формирующих Компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
Материалы в приборостроении								*		
Теория термической и химико-термической обработки						*	*			
<b>Основы высокоэнергетических методов обработки материалов</b>								*		
Порошковые металлические материалы								*		
Теория, технология и оборудование высокоэнергетических методов обработки материалов										*
Научно-исследовательская работа										*
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы										*

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации			
<b>ПК-2</b>	Освоение дисциплины причастно к ТФ А/01.6 (ПС 40.136), ТФ С/04.6 (ПС 40.085), ТФ С/03.7 (ПС 40.005)					
Способен использовать знания о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке, модификации о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	ИПК-2.1. Применяет знания о процессах, происходящих при получении материалов	<b>Знать:</b> -базовые положения естественнонаучных и инженерных дисциплин, предшествующих изучению данной дисциплины; -физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении;	<b>Уметь:</b> -применять основные законы физики и химии при решении задач материаловедения;	<b>Владеть:</b> -навыками в выполнении инженерных расчётов при выборе технологического оборудования для высокоэнергетической обработки различных материалов;	Решение кейс-задач; Контрольные вопросы; Тесты	Вопросы для устного собеседования
	ИПК-2.2 Применяет знания о процессах, происходящих при модификации материалов	-основы изменения структуры и свойств конструкционных и инструментальных материалов при их обработке концентрированными потоками энергии; -основные принципы работы и устройство источников высокоэнергетических установок, их физические и энергетические характеристики;	-пользоваться современным оборудованием для обработки материалов концентрированными потоками энергии;	-методиками расчёта основных эксплуатационных параметров обработки материалов концентрированными потоками энергии;		
	ИПК-2.3. Использует знания о взаимодействии материалов с окружающей средой	- о влиянии микро- и нано- масштаба на свойства материалов, взаимодействии материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками частиц.	-подбирать необходимое оборудование и технологическую оснастку.	- навыками работы со справочной литературой и технической документацией по высокоэнергетическим методам обработки материалов.		

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. 72 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

##### Для студентов очно-заочной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 8 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>21</b>	<b>21</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>17</b>	<b>17</b>
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практик. занятия и др)	-	-
лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	-	-
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	31	31
<b>Подготовка к зачету</b>	<b>20</b>	<b>20</b>

## 5.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очно-заочного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа										
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час							
<b>8 семестр</b>												
ПК-2, ИПК-2.1 ИПК-2.2 ИПК-2.3	<b>Раздел 1 Теоретические основы работы источников концентрированных потоков энергии.</b>											
	<b>Тема 1.1</b> Понятие об источниках концентрированных потоков энергии и высокоэнергетических технологиях. Поглощение и испускание света квантовой системой. Способы получения инверсной заселенности среды. Квантовые усилители. Оптические квантовые генераторы.	2	-	-	6	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]	Тест; Ответы на контрольные вопросы; Решение кейс-задач					
	<b>Тема 1.2</b> Физические и энергетические характеристики лазерного излучения. Основные элементы лазера.	2	-	-	6	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]	Тест; Ответы на контрольные вопросы					
	<b>Тема 1.3</b> Классификация лазеров. Газовые лазеры. Атомные, ионные и молекулярные лазеры.	2	-	-	6	Подготовка к ЛЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]	Тест; Ответы на контрольные вопросы					
	<b>Тема 1.4</b> Твердотельные лазеры. Общие характеристики и особенности генерации твердотельных лазеров с оптической накачкой.	1	-	-	3	Подготовка к ЛЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]	Тест; Ответы на контрольные вопросы					
	<b>Тема 1.5</b> Полупроводниковые, диодные и волоконные лазеры	1	-	-	3	Подготовка к ЛЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.4]	Тест; Ответы на контрольные вопросы					
<b>Тема 1.6</b> Лазерные, плазменные, электронно- и ионно-лучевые				1	-	-	3	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]	Тест; Ответы на			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
	установки, используемые для получения концентрированных потоков энергии						контрольные вопросы				
	<b>Работа по освоению 1 раздела:</b>										
	реферат, эссе (тема)										
	расчёто-графическая работа (РГР)										
	<b>контрольная работа</b>										
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>9</b>	-	-	<b>27</b>						
	<b>Раздел 2 Основы теории взаимодействия концентрированных потоков энергии с материалами</b>										
	<b>Тема 2.1</b> Энергетические условия взаимодействия концентрированных потоков энергии с веществом. Поглощение излучения, передача энергии, нагрев, плавление и испарение.	1	-	-	3	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]	Тест; Ответы на контрольные вопросы; Решение кейс-задач				
	<b>Тема 2.2</b> Строение зон высокоэнергетического воздействия на поверхности конструкционных и инструментальных сталей.	1		-	3	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]	Тест; Ответы на контрольные вопросы; Решение кейс-задач				
	<b>Работа по освоению 2 раздела:</b>										
	реферат, эссе (тема)										
	расчёто-графическая работа (РГР)										
	<b>контрольная работа</b>										
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>2</b>	-	-	<b>6</b>						
	<b>Раздел 3 Основы технологии высоконаправленной обработки материалов</b>										
	<b>Тема 3.1</b> Лазерное поверхностное термоупрочнение. Технологии	2	-	-	6	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]	Тест; Ответы на				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
	поверхностного оплавления, аморфизации, ударного упрочнения.						контрольные вопросы; Решение кейс-задач	
	<b>Тема 3.2 Технологии наплавки и легирования. Технологии сварки</b>	2	-	-	6	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]	Тест; Ответы на контрольные вопросы; Решение кейс-задач	
	<b>Тема 3.3 Технологии разделения материалов. Технологии маркировки. Технологии очистки поверхности материалов.</b>	2	-	-	6	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]	Тест; Ответы на контрольные вопросы; Решение кейс-задач	
	<b>Работа по освоению 3 раздела:</b>							
	<b>реферат, эссе (тема)</b>							
	<b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>							
	<b>контрольная работа</b>							
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>18</b>			
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>51</b>			
	<b>ИТОГО по дисциплине</b> (в том числе не менее 20% с использованием интерактивных образовательных технологий)	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>51</b>			

## 6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Типовые задания для текущего контроля усвоения знаний, умений и навыков представлены в оценочных материалах по дисциплине «Основы высокоэнергетических методов обработки материалов», которые хранятся на кафедре «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов».

#### 1) Примерный перечень вопросов тестов:

1. Активной средой неодимовых лазеров является:

А) кристалл  $Y_3Al_5O_{12}$

Б) растворы определенных соединений органических красителей в жидким растворителе

В) прямозонные материалы

Г) кристалл  $Al_2O_3$

2. КПД диодных лазеров:

А) 30...40%

Б) 60...70%

Г) 10%

Д) 50%

3. В качестве поглощающих покрытий для повышения поглощательной способности металлов в процессе лазерной термической обработки применяют:

А) углерод, соли фосфорной кислоты, желтую гуашь

Б) эпоксидные смолы

В) неметаллические лакокрасочные покрытия

Г) полистирол, полиэтилен

#### 2) Примерный перечень контрольных вопросов:

1. Способы получения инверсной заселенности среды.

2. Условия генерации лазерного излучения.

3. Два вида когерентности лазерного излучения.

4. Что такое монохроматичность лазерного излучения?

5. Что понимают под расходимостью лазерного излучения.

6. Перечислите рабочие тела, используемые в современных технологических лазерах.

7. Одно из основных условий работы  $CO_2$  лазера?

8. Что необходимо сделать с гладкими поверхностями материалов до обработки лазером для улучшения поглощения лазерного излучения?

#### 3) Типовые кейс-задачи:

1. Показать графически, зависит ли размер фокального пятна от расстояния между лазером и фокусирующей оптической системой и от угла расходимости лазерного излучения.

2. Определить расходимость пучка рубинового лазера, необходимую для получения на поверхности Луны пятна диаметром 3 км, и предложить оптическую схему системы.

3. Определить расходимость излучения лазера, обеспечивающую пятнодиаметром 0,5 мм на поверхности Фобоса, если лазер удален от его поверхности на расстояние 100 м. Предложить оптическую схему.

4. Пояснить на примере противоречие между разрешающей способностью и полем изображения.

5. Построить зависимость скорости испарения железа от температуры поверхности. Определить, во сколько раз изменится скорость испарения при изменении температуры от комнатной до кипения.

6. Оценить плотности мощности лазерного излучения  $q$ , необходимые для окисления поверхностей хрома, никеля, висмута, ванадия, меди:

а) импульсным лазерным излучением на длине волны 1,06 мкм;

б) непрерывным излучением Nd:YAG-лазера;

в) непрерывным и импульсным ( $\tau = 1$  мкс) излучением CO2-лазера

Сделать выводы о термохимической чувствительности этих металлов на длине волны  $\lambda = 1,06$  мкм при длительности импульса 1 мкс.

7. Найти соотношение жидкости и пара в продуктах разрушения, образующихся при лазерном сверлении отверстий, используя двухфазную феноменологическую модель образования отверстия.

8. Определить необходимые и достаточные условия, при которых лазер может использоваться для резки.

4) Примерный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет)

1. Понятие об источниках концентрированных потоков энергии и высокоэнергетических технологий.

2. Поглощение и испускание света квантовой системой.

3. Способы получения инверсной населенности среды.

4. Условия генерации лазерного излучения.

5. Активный элемент лазера.

6. Резонатор лазеров.

7. Модовая структура лазерного излучения.

8. КПД лазеров

9. Когерентность лазерного излучения.

10. Монохроматичность лазерного излучения

11. Расходимость лазерного излучения

12. Поляризация лазерного излучения.

13. Яркость лазерного излучения.

14. Атомные газовые лазеры.

15. Ионные газовые лазеры.

16. Молекулярные лазеры.

17. Требования к промышленным технологическим лазерам.

18. Лазеры на CO2 с продольной и поперечной прокачкой.

19. Диодные лазеры.

20. Твердотельные YAG-лазеры.

21. Лазеры на стекле с Nd.

22. Волоконные лазеры.

23. Основные узлы промышленных технологических лазеров.

24. Рубиновые лазеры.

25. Лазеры на красителях.

26. Проводниковые лазеры.

27. Взаимодействие концентрированных потоков энергии с материалом.

28. Лазерное термоупрочнение.

29. Лазерное легирование.

30. Лазерная наплавка.

31. Плазменные технологии в обработке материалов.

32. Устройство микроплазменной установки с обжатием дуги.

33. Электроннолучевые технологии в обработке материалов.

34. Устройство электроннолучевой установки для упрочнения.

- 35. Лазерная сварка малых толщин.
- 36. Лазерная сварка с глубоким проплавлением.
- 37. Лазерная резка.
- 38. Лазерное скрайбирование.
- 39. Лазерное термораскалывание.

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

Таблица 5 Шкала оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценке выполнения практических работ

Шкала оценивания	Текущий контроль	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

**Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>			
		<b>Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля</b>	<b>Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля</b>	<b>Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля</b>	<b>Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля</b>
<b>ПК-2</b> Способен использовать знания о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке, модификации о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	ИПК-2.1. Применяет знания о процессах, происходящих при получении материалов ИПК-2.2 Применяет знания о процессах, происходящих при модификации материалов ИПК-2.3. Использует знания о взаимодействии материалов с окружающей средой	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.	Способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой	Способен логично мыслить, системно выстраивает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем.	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятное решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) – «зачет»	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо) – «зачет»	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) – «зачет»	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) – «незачет»	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Учебно-методическое обеспечение дисциплины реализуется в рамках функционирующей в вузе электронной информационно-образовательной среды. В дополнение к этому в образовательном процессе используется библиотечный фонд печатных изданий.

7.1.1 Григорьянц, А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов / Под ред. А.Г. Григорьянца. – 2-е изд., стереотип. - М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 664с.

7.1.2 Материаловедение и технология материалов : Учебник / Г. П. Фетисов [и др.] ; Под ред. Г.П.Фетисова. - 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 768 с.

7.1.3 Айхлер Ю. Лазеры. Исполнение, управление, применение: Учебник:Пер.с нем. / Ю. Айхлер, Г. И. Айхлер. - М. :Техносфера, 2012. - 496 с.

7.1.4 Богданов, А.В. Волоконные технологические лазеры и их применение [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Богданов, Ю.В. Голубенко. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2016. — 208 с.

### 7.2. Справочно-библиографическая литература

7.2.1 Суслов, А.Г. Наукоемкие технологии в машиностроении. [Электронный ресурс]: / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный [и др.]. - Электрон.дан. - М.: Машиностроение, 2012. — 528 с.

7.2.2 Лахтин Ю.М. Материаловедение : Учебник / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. - 3-е изд., перераб. и доп. ; Репр. изд. - М. : Альянс, 2013. - 528 с.

### 7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

7.3.1. Микроструктура и свойства углеродистых сталей после лазерного термоупрочнения: Методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям для бакалавров и

#### **7.4 Перечень журналов по профилю дисциплины:**

7.4.1 «Материаловедение и термическая обработка металлов» Сайт — <http://mitom.folium.ru/index.php/mitom>

7.4.2. «Инженерное образование». Сайт — <http://www.ac-raee.ru/ru/magazin.htm>

7.4.3. Вестник машиностроения. Сайт — [https://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik\\_mashinostroeniya/](https://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mashinostroeniya/)

7.4.4. «Прогрессивные технологии и системы машиностроения». Сайт - <http://ptsm.donntu.org/>

7.4.5. Научный журнал «Молодой ученый». Сайт — [moluch.ru](http://moluch.ru).

7.4.6. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» . Сайт — <https://cyberleninka.ru>

### **8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

#### **8.1 Перечень информационных справочных систем**

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](#) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znaniум.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
6. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
7. Федеральный портал. Российское образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.edu.ru/> – Загл. с экрана.
8. Российский образовательный портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.school.edu.ru/default.asp> – Загл. с экрана.
9. «Инжиниринг» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.enginrussia.ru> – Загл. с экрана.
10. Университетские сети знаний [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.unicor.ru> – Загл. с экрана.
11. Федеральный образовательный портал. Инженерное образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.techno.edu.ru> – Загл. с экрана.
12. Портал для студентов для поиска информации по изучаемым дисциплинам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.twirpx.com> – Загл. с экрана.
13. Образовательный математический сайт [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru) – Загл. с экрана.

14. Портал «Металлург» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.bestmetallurg.narod.ru](http://www.bestmetallurg.narod.ru) – Загл. с экрана.

Таблица 7. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

## 8.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 8. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	OpenOffice (FreeWare) <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>

## 8.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
4	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	2	3
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	<b>1153</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Мультимедийный проектор (BenQ); 4. Компьютер PC Intel Pentium-G630/2 Gb	Microsoft Ofice 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011. - Операционная система Windows

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28а, корп. 3	RAM/HDD 500 5. Рабочее место преподавателя 6. Рабочее место студента - 12 чел.	XP(×32); лицензия MSDN Academic Alliance, ID: 700493612, Shipping information Vladimir Reshetov. - Антивирус Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021); - SIKE.Конструкция ДСП retail; - SIKE.Конструкция АПК retail.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- интерактивные технологии;
- дискуссии;
- разбор конкретных ситуаций.

При преподавании дисциплины «Основы высокоэнергетических методов обработки материалов», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч с студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

Методические указания для занятий лекционного типа, по освоению дисциплины на практических занятиях и по самостоятельной работе находятся в оценочных материалах по дисциплине «Основы высокоэнергетических методов обработки материалов», которые хранятся на кафедре «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов».

## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**12.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**  
Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- Ответы на контрольные вопросы;
- решение кейс-задач;
- ответы на тесты;
- зачет.

Типовые задания по каждому виду текущего контроля представлены в оценочных материалах по дисциплине «Основы высокоэнергетических методов обработки материалов», которые хранятся на кафедре «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов».