

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования "Российский государственный профессионально-педагогический  
университет"  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра математических и естественнонаучных дисциплин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.О.05.05 ФИЗИКА ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки: Высокоэнергетические процессы и технологии в машиностроении и  
материалобработке

Формы обучения: заочная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.  
в академических часах: 108 ак.ч.

Проректор по образовательной  
деятельности

Л. К. Габышева

**Разработчики:**

Профессор кафедры математических и естественнонаучных дисциплин, доктор физико-математических наук, профессор Ивлиев А. Д.  
Заведующий кафедрой математических и естественнонаучных дисциплин, кандидат физико-математических наук, доцент Анахов С. В.

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины - Цель освоения дисциплины «Физика высокоэнергетических процессов»: формирование теоретических представлений об основных понятиях и законах определяющих протекание процессов в материалах при больших величинах подводимой энергии.

Задачи изучения дисциплины:

- Изучение физических основ методов создания высокоэнергетических потоков, способных воздействовать на вещество;
- Изучение основных положений теории конденсированного состояния вещества;;
- Формирование практических навыков по применению расчетных методов теории, необходимых для проведения расчетов теплофизических и прочностных характеристик обрабатываемых материалов.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине , соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ОПК-1.1 Использует методы естественнонаучных общетехнических наук и применяет методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

*Знать:*

ОПК-1.1/Зн1 математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, численных методов

ОПК-1.1/Зн2 основные законы физики и термодинамики, химии металлов теоретической механики

ОПК-1.1/Зн3 методы расчета кинематических и динамических параметров движения механизмов

ОПК-1.1/Зн4 историю науки и техники в сфере профессиональной деятельности

ОПК-1.1/Зн5 Прикладные программы оценки технологичности конструкции: классы, наименования, возможности и порядок работы в них

ОПК-1.1/Зн6 Последовательность действий при оценке технологичности сложных изделий с применением ЭХМО

ОПК-1.1/Зн7 Специфика технологических процессов ЭХМО

ОПК-1.1/Зн8 Специфика технологических процессов ЭФМО

ОПК-1.1/Зн9 Особенности эксплуатации оборудования для ЭХМО

ОПК-1.1/Зн10 Технические характеристики и требования, предъявляемые к продукции, изготавливаемой с применением ЭХМО

ОПК-1.1/Зн11 Технические характеристики и требования, предъявляемые к

продукции, изготавливаемой с применением ЭФМО

ОПК-1.1/Зн12 Методы получения заготовок для продукции, изготавливаемой с применением ЭХФМО

ОПК-1.1/Зн13 Правила базирования заготовок при обработке с применением ЭХФМО

ОПК-1.1/Зн14 Схемы базирования заготовок при обработке с применением ЭХФМО

ОПК-1.1/Зн15 Режимы ЭХФМО

ОПК-1.1/Зн16 Факторы, влияющие на процесс ЭХФМО

ОПК-1.1/Зн17 Оборудование и инструменты, применяемые при ЭХФМО

ОПК-1.1/Зн18 Системы ЧПУ, используемые на оборудовании ЭХФМО

ОПК-1.1/Зн19 Методика и специфика расчетов технологических режимов для обработки заготовок с применением ЭХФМО

ОПК-1.1/Зн20 Методика расчета норм времени для технологических операций изготовления сложных изделий с применением ЭХФМО

ОПК-1.1/Зн21 Стандарты, технические условия, нормативно-технические документы по оформлению технологической документации

ОПК-1.1/Зн22 Рабочие жидкости, применяемые в ЭХМО

ОПК-1.1/Зн23 Рабочие жидкости, применяемые в ЭФМО

ОПК-1.1/Зн24 Влияние характеристик рабочих жидкостей на процесс ЭХМО

ОПК-1.1/Зн25 Влияние характеристик рабочих жидкостей на процесс ЭФМО

ОПК-1.1/Зн26 Основные группы и марки применяемых материалов, требования, предъявляемые к качеству материалов для электродов-инструментов, и условия их консервации, хранения, выдачи и транспортировки

ОПК-1.1/Зн27 Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья

*Уметь:*

ОПК-1.1/Ум1 использовать физико-математический аппарат для разработки математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях

ОПК-1.1/Ум2 определять характер физико-химических процессов (явлений), характерных для объекта профессиональной деятельности на основе теоретического или экспериментального исследования

ОПК-1.1/Ум3 Рассчитывать технологические режимы обработки сложных изделий машиностроения с применением ЭХМО, используя САРР-системы

ОПК-1.1/Ум4 Рассчитывать технологические режимы обработки сложных изделий машиностроения с применением ЭФМО, используя САРР-системы

ОПК-1.1/Ум5 Использовать САД-системы технологических процессов для сложных изделий машиностроения

ОПК-1.1/Ум6 Выбирать рабочие жидкости для ЭХМО

ОПК-1.1/Ум7 Выбирать рабочие жидкости для ЭФМО

ОПК-1.1/Ум8 Оценивать технологические возможности оборудования для ЭХФМО

ОПК-1.1/Ум9 Разрабатывать технические задания на конструирование специальной технологической оснастки для изготовления сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО

ОПК-1.1/Ум10 Разрабатывать технологическую документацию на изготовление сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО

ОПК-1.1/Ум11 Выбирать схемы базирования заготовок для изготовления сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО

ОПК-1.1/Ум12 Рекомендовать метод получения заготовки для изготовления сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО

ОПК-1.1/Ум13 Выбирать заготовку для изготовления сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО

ОПК-1.1/Ум14 Согласовывать технологическую документацию на изготовление сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО с подразделениями организации

ОПК-1.1/Ум15 Контролировать правильность выполнения технологического процесса изготовления сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО

ОПК-1.1/Ум16 Составлять заявки и комплектовать необходимую документацию для проведения сертификации и аттестации производства с использованием ЭХФМО

*Владеть:*

ОПК-1.1/Нв1 навыками применения методов математического анализа, проектирования и моделирования процессов профессиональной деятельности

ОПК-1.1/Нв2 навыками обработки расчетных и экспериментальных данных вероятностно-статистическими методами

ОПК-1.1/Нв3 навыками использования методов теоретического и экспериментального исследования в научно-исследовательской работе

ОПК-1.1/Нв4 Разработка технологических переходов изготовления сложных изделий с использованием ЭХФМО

ОПК-1.1/Нв5 Разработка технических заданий на конструирование специальной технологической оснастки для изготовления сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО

ОПК-1.1/Нв6 Разработка технологической документации на технологические процессы изготовления сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО

ОПК-1.1/Нв7 Выбор заготовок для изготовления сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО

ОПК-1.1/Нв8 Контроль технологического процесса изготовления сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО

ОПК-1.1/Нв9 Согласование разработанной документации на изготовление сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО с подразделениями организации

ОПК-12 Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения

ОПК-12.1 Анализирует с применением САД-систем технологичность конструкции машиностроительных изделий

*Знать:*

ОПК-12.1/Зн1 основные принципы работы в современных САД-системах; современные САД-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий;

ОПК-12.1/Зн2 нормативно-технические документы в области технологичности; последовательность действий при оценке технологичности конструкции изделий;

*Уметь:*

ОПК-12.1/Ум1 использовать САД-системы для выявления нетех-нологичных элементов конструкции изделий;

ОПК-12.1/Ум2 рассчитывать показатели оценки технологичности конструкции изделий.

*Владеть:*

ОПК-12.1/Нв1 САД-системами для проектирования моделей изделий машиностроения с учетом предложений по изменению конструкции

ОПК-12.2 Разрабатывает с применением САD-систем предложения по изменению конструкции машиностроительных изделий

*Знать:*

ОПК-12.2/Зн3 критерии и показатели оценки технологичности конструкции изделий;

ОПК-12.2/Зн4 стандарты системы менеджмента качества в машиностроении

*Уметь:*

ОПК-12.2/Ум1 разрабатывать с применением САD-систем предложения по повышению технологичности конструкции изделий;

ОПК-12.2/Ум2 рассчитывать показатели оценки технологичности конструкции изделий; давать и оценивать предложения по повышению технологичности конструкции изделий

*Владеть:*

ОПК-12.2/Нв1 САD-системами для проектирования моделей изделий машиностроения с учетом предложений по изменению конструкции

ОПК-12.3 Контролирует исполнение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, выявляет и анализирует причины выпуска некачественной продукции

*Знать:*

ОПК-12.3/Зн1 технологические процессы изготовления изделий машиностроения;

ОПК-12.3/Зн2 номенклатуру применяемого в технологии оборудование, его характеристики; приспособления и инструментальное обеспечение технологических процессов.

*Уметь:*

ОПК-12.3/Ум1 обоснованно выбирать технологический процесс изготовления изделий машиностроения;

*Владеть:*

ОПК-12.3/Нв1 навыками анализа производственной технологичности изготовления изделий машиностроения;

ОПК-12.3/Нв2 методикой разработки технологии изготовления изделий машиностроения с учетом оптимальной приспособленности к производству.

ОПК-12.4 Анализирует и разрабатывает предложения по совершенствованию технологичности производства изделия машиностроения

*Знать:*

ОПК-12.4/Зн1 технологические режимы изготовления изделий машиностроения.

*Уметь:*

ОПК-12.4/Ум1 контролировать режимы обработки деталей в соответствии с требованиями технологической документации;

ОПК-12.4/Ум2 определять причины возникновения бракованной продукции;

ОПК-12.4/Ум4 проверять режимы изготовления деталей, установленные в технологической документации;

*Владеть:*

ОПК-12.4/Нв1 методикой контроля технологической дисциплины на рабочих местах

### **3. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина Б1.О.05.05 «Физика высокоэнергетических процессов» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 6, 8.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.О.06.02 Математика;

Б1.О.07.02 Металловедение и термическая обработка металлов;

Б1.О.07.01 Начертательная геометрия и компьютерная инженерная графика;

Б1.О.04.01 Практикум по высокоэнергетическим методам обработки материалов;

Б1.О.06.04 Прикладная математика и математическая логика;

Б1.О.05.01 Специальные главы физики;

Б1.О.07.06 Техническая механика и сопротивление материалов;

Б1.О.06.03 Физика;

Б1.О.07.10 Физико-химические процессы в плазменных и сварочных технологиях;

Б1.О.06.05 Химия металлов;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.О.07.07 Детали машин;

Б1.О.07.02 Металловедение и термическая обработка металлов;

Б1.О.07.09 Металлография зоны термического влияния высокоэнергетических процессов;

Б1.О.07.15 Методы и средства измерений, испытаний и контроля;

Б1.О.07.13 Метрология, стандартизация и сертификация;



Б2.О.04(П) Научно-исследовательская практика;

Б1.О.07.12 Научно-исследовательская работа;

Б2.О.05(Пд) Преддипломная практика;

Б1.О.07.16 Системы технологической подготовки производства и конструкторской документации;

Б1.О.05.03 Специальные главы математики;

Б1.О.07.08 Теория автоматического управления;

Б1.О.07.06 Техническая механика и сопротивление материалов;

Б2.О.03(П) Технологическая практика;

Б1.О.07.14 Управление качеством в машиностроении и материалообработке;

Б1.О.07.10 Физико-химические процессы в плазменных и сварочных технологиях;

Б1.О.05.04 Физическая химия в технологиях обработки материалов;

Б2.О.02(П) Эксплуатационная практика;

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

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

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Четвертый триместр	36	1	2	2		34	
Пятый триместр	72	2	12	2	10	58	Зачет (2) Контрольная работа зфо
Всего	108	3	14	4	10	92	2

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа
<b>Раздел 1. Высокоэнергетические процессы. Их параметры</b>	<b>12</b>	<b>2</b>		<b>10</b>
Тема 1.1. Понятие о высокоэнергетических процессах.	7	2		5
Тема 1.2. Параметры тепловых потоков.	5			5
<b>Раздел 2. Лазерное излучение. Типы лазеров. Конструкции лазеров. Взаимодействия лазерного излучения с веществом</b>	<b>24</b>			<b>24</b>
Тема 2.1. Лазерное излучение.	4			4
Тема 2.2. Применения технологических лазеров.	4			4
Тема 2.3. Газовые. твердотельные лазеры.	4			4
Тема 2.4. Оптика технологических лазеров.	4			4
Тема 2.5. Энергетические условия взаимодействия лазерного излучения	4			4
Тема 2.6. Физические процессы при лазерном нагреве.	4			4
<b>Раздел 3. Электронно-лучевая обработка материалов. Конструкции электронно-лучевых систем. Взаимодействие потока электронов с веществом</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>24</b>
Тема 3.1. Основы электронно-лучевой обработки материалов.	12	2	2	8
Тема 3.2. Сильноточный вакуумный разряд с горячим полым катодом (РПК).	10		2	8

Тема 3.3. Электронно-лучевая закалка и упрочнение.	8			8
<b>Раздел 4. Плазменная обработка материалов. Конструкции плазмотронов. Взаимодействие плазменного потока с веществом.</b>	<b>22</b>		<b>4</b>	<b>18</b>
Тема 4.1. Физические основы плазменной обработки.	10		2	8
Тема 4.2. Расчет характеристик плазмотронов.	12		2	10
<b>Раздел 5. Несамостоятельный электрический разряд в электротехнических установках атмосферного давления. Его применение для обработки материалов</b>	<b>18</b>		<b>2</b>	<b>16</b>
Тема 5.1. Перспективы использования электрического разряда.	10		2	8
Тема 5.2. Физические процессы в разряде.	8			8
<b>Итого</b>	<b>106</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>92</b>

## 5. Содержание разделов, тем дисциплин

### ***Раздел 1. Высокоэнергетические процессы. Их параметры***

*Тема 1.1. Понятие о высокоэнергетических процессах.*

1. Высокоэнергетические процессы. Основные методы создания мощных тепловых потоков.

*Тема 1.2. Параметры тепловых потоков.*

Характеристики тепловых потоков.

### ***Раздел 2. Лазерное излучение. Типы лазеров. Конструкции лазеров. Взаимодействия лазерного излучения с веществом***

*Тема 2.1. Лазерное излучение.*

2. Лазерное излучение. Его характеристики.

*Тема 2.2. Применения технологических лазеров.*

Условия применения технологических лазеров. Типы технологических лазеров.

*Тема 2.3. Газовые, твердотельные лазеры.*

Газовые лазеры (ГЛ). Твердотельные лазеры (ТЛ). Быстропроточные газоразрядные твердотельные лазеры (ГР ТЛ).

*Тема 2.4. Оптика технологических лазеров.*

3. Оптика технологических лазеров. Изготовление и охлаждение зеркал. Оптические резонаторы технологических лазеров. Системы управления и преобразования лазерного пучка. Системы автоматического управления излучением лазеров. Системы измерения и контроля ТЛ. Датчики и исполнительные устройства ТЛ.

*Тема 2.5. Энергетические условия взаимодействия лазерного излучения*

4. Энергетические условия взаимодействия лазерного излучения при обработке материалов. Физические процессы при лазерной обработке. Тепловые процессы при лазерной поверхностной обработке. Лазерные технологические установки для поверхностной обработки. Термическое упрочнение поверхности металлов и сплавов. Свойства сплавов и технологические особенности методов лазерной термической обработки. Механизмы сверхбыстрого нагрева материалов лазерным излучением. Свойства лазерных пучков.

Оборудование для лазерной обработки материалов. Тепловые процессы при лазерной поверхностной обработке.

Термическое воздействие на материал при лазерной поверхностной обработке. Классификация методов поверхностной лазерной обработки. Особенности фазовых переходов при лазерном нагреве металлических материалов. Основные параметры лазерной обработки. Технологические схемы лазерной обработки. Способы регулирования распределения плотности мощности по пятну при лазерной обработке. Лазерный отжиг. Лазерный отпуск. Ударное воздействие. Аморфизация поверхности. Лазерное оплавление. Лазерная сварка материалов. Лазерная резка материалов.  
*Тема 2.6. Физические процессы при лазерном нагреве.*

5. Лазерное нагревание и процессы, сопутствующие ему: фазовые переходы, химические реакции, структурные превращения и другие термоактивируемые процессы. Скорости протекания процессов, градиенты температуры, термонапряжения. Тепловое последствие лазерного импульса. Специфика нагрева и остывания материала при действии сверхкоротких лазерных импульсов. Теплофизический анализ процессов нагревания и испарения материалов под действием лазерного излучения. Уравнение теплопроводности и краевые условия. Термохимический механизм лазерного нагрева окисляющихся металлов на воздухе. Основные экспериментальные закономерности. Кинетика взаимосвязанных химических, оптических и теплофизических процессов.

### ***Раздел 3. Электронно-лучевая обработка материалов. Конструкции электронно-лучевых систем. Взаимодействие потока электронов с веществом***

*Тема 3.1. Основы электронно-лучевой обработки материалов.*

Основы электронно-лучевой обработки. Особенности воздействия электронного облучения на материалы. Электронные промышленные пушки. Основные понятия электронной оптики и принципы формирования мощных электронных пучков в электронно-лучевых печах (ЭЛП). Структура построения и характеристики электронных промышленных пушек. Катоды электронных промышленных пушек.

*Тема 3.2. Сильноточный вакуумный разряд с горячим полым катодом (РПК).*

Сильноточный вакуумный разряд с горячим полым катодом (РПК). Структура РПК. Физические основы процессов формирования высокоэнергетического потока электронов в разреженной плазме на выходе из полого катода. Энергетические показатели электронно-лучевых процессов. Поглощение энергии. Нагрев материала. Физико-технические параметры электронно-лучевой обработки. Технологические операции, выполняемые электронно-лучевым способом. Структурные преобразования, происходящие в веществе при электронно-лучевой обработке.

*Тема 3.3. Электронно-лучевая закалка и упрочнение.*

Электронно-лучевая закалка. Вневакуумная электронно-лучевая обработка. Диффузионное упрочнение. Оплавление поверхности. Ударное упрочнение. Химические электронно-лучевые процессы. Электронно-лучевая сварка материалов.

### ***Раздел 4. Плазменная обработка материалов. Конструкции плазмотронов. Взаимодействие плазменного потока с веществом.***

*Тема 4.1. Физические основы плазменной обработки.*

Физические основы плазменной обработки. Плазменные потоки. Ламинарная плазменная струя, затопленная в среде атмосферного давления. Газодинамические и энергофизические характеристики струи. Теоретические основы процессов формирования ламинарной струи с помощью электрической дуги в разрядном канале.

*Тема 4.2. Расчет характеристик плазмотронов.*

Расчет геометрических, газодинамических, тепловых и электрических характеристик плазмотронов. Ограничения в выборе химического состава плазмообразующего газа ламинарных плазмотронов.

### ***Раздел 5. Несамостоятельный электрический разряд в электротехнических установках атмосферного давления. Его применение для обработки материалов***

*Тема 5.1. Перспективы использования электрического разряда.*

8. Перспективы и направления использования объёмного несамостоятельного

электрического разряда в электротехнических установках (ЭТУ) атмосферного давления.

### *Тема 5.2. Физические процессы в разряде*

Физические процессы в разряде. Ионно-плазменные технологии и технологические характеристики объёмного несамостоятельного разряда в ЭТУ.

## **6. Рекомендуемые образовательные технологии**

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:

1. Технологии проведения занятий в форме диалогового общения, которые переводят образовательный процесс в плоскость активного взаимодействия обучающегося и педагога. Обучающийся занимает активную позицию и перестаёт быть просто слушателем семинаров или лекций. Технологии представлены: групповыми дискуссиями, конструктивный совместный поиск решения проблемы, тренинг (микрообучение и др.), ролевые игры

(деловые, организационно-деятельностные, инновационные, коммуникативные и др.).

2. Технология обучения в сотрудничестве применяются при проведении семинарских, практических и лабораторных занятий, нацелены на совместную работу в командах или группах и достижение качественного образовательного результата.

3. Для организации процесса обучения и самостоятельной работы используются информационно-коммуникационные образовательные технологии, представленные в виде педагогических программных средств и электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС). Технологии расширяют возможности образовательной среды, как разнообразными программными средствами, так и методами развития креативности обучаемых. К числу таких программных средств относятся моделирующие программы, поисковые, интеллектуальные обучающие, экспертные системы, программы для проведения деловых игр.

При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:

- состав видов контактной работы по дисциплине (модулю), при необходимости, может быть откорректирован в направлении снижения доли занятий лекционного типа и соответствующего увеличения доли консультаций (групповых или индивидуальных) или иных видов контактной работы;

- информационной основой проведения учебных занятий, а также организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) являются представленные в электронном виде методические, оценочные и иные материалы, размещенные в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета, в электронных библиотечных системах и открытых Интернет-ресурсах;

- взаимодействие обучающихся и педагогических работников осуществляется с применением ЭИОС университета и других информационно-коммуникационных технологий (видеоконференцсвязь, облачные технологии и сервисы, др.);

- соотношение контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю) может быть изменено в сторону увеличения последней, в том числе самостоятельного изучения теоретического материала.

## **7. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### *Основная литература*

1. Мирошниченко, И. Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом: учебное пособие / И. Б. Мирошниченко. - Новосибирск: НГТУ, 2021. - 68 - 978-5-7782-4355-2. - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/216539> (дата обращения: 09.11.2023). - Режим доступа: по подписке

2. Берлин, Е. В. Плазменная химико-термическая обработка поверхности стальных

деталей / Е. В. Берлин, Н. Н. Коваль, Л. А. Сейдман; Берлин Е. В.. - Москва: Техносфера, 2012. - 464 - 978-5-94836-328-8. - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/26900.html> (дата обращения: 09.11.2023). - Режим доступа: по подписке

3. Лосев, В. Ф. Физические основы лазерной обработки материалов: учебное пособие / В. Ф. Лосев, Е. Ю. Морозова, В. П. Ципилев. - Томск: ТПУ, 2011. - 199 - 978-5-4387-0052-4. - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=10277](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=10277) (дата обращения: 09.11.2023). - Режим доступа: по подписке

#### *Дополнительная литература*

1. Богданов, А. В. Волоконные технологические лазеры и их применение: учебное пособие для вузов / А. В. Богданов, Ю. В. Голубенко. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 236 - 978-5-507-47811-8. - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/327554> (дата обращения: 09.11.2023). - Режим доступа: по подписке

2. Кондратенко, В. С. Лазерная обработка материалов: методические указания к лабораторным работам / В. С. Кондратенко, А. Ю. Рогов. - Москва: РТУ МИРЭА, 2022. - 66 - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/239972> (дата обращения: 09.11.2023). - Режим доступа: по подписке

### **7.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся**

*Профессиональные базы данных*  
Не используются.

#### *Ресурсы «Интернет»*

1. <http://www.portalus.ru> - Научная онлайн-библиотека Порталус
2. <http://eios.rsvpu.ru/> - Электронная информационно-образовательная среда РГППУ
3. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека

### **7.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Информационные системы и платформы:

1. Система дистанционного обучения «Moodle».
2. Информационная система «Таймлайн».
3. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».

#### *Перечень программного обеспечения*

*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*

Не используется.

#### *Перечень информационно-справочных систем*

*(обновление выполняется еженедельно)*

Не используется.

#### **7.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование**

Читальный зал помещение для самостоятельной работы (2-231)

"Учебно-экспериментальная лаборатория" (0-107)