

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 12:14:45

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Применение лазерных систем

Закреплена за подразделением Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Направление подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 76

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 11

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	<b>11 (6.1)</b>		Итого	
	18			
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*д.ф.-м.н., проф., Сметанин Сергей Николаевич*

Рабочая программа

**Применение лазерных систем**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23\_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков**

Протокол от 21.06.2023 г., №12-22/23

Руководитель подразделения Оганов А.Р.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Получение представления о процессах лазерной обработки материалов. Получение навыков расчета и экспериментальной реализации лазерного воздействия на материалы.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.39
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Бионаномедицина	
2.1.2	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов	
2.1.3	Оптические явления в кристаллах. Часть 1	
2.1.4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.5	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.6	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.7	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.8	Современные конструкционные материалы	
2.1.9	Спектроскопические методы анализа поверхности	
2.1.10	Физико-химия получения и обработки высокотемпературных материалов	
2.1.11	Физико-химия получения и обработки материалов	
2.1.12	Физические свойства и функциональные явления в наноматериалах	
2.1.13	Компьютерная металлография	
2.1.14	Методы физико-химических исследований	
2.1.15	Основы физики поверхности	
2.1.16	Современные методы получения наночастиц и наноматериалов	
2.1.17	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение	
2.1.18	Коррозия и защита металлов	
2.1.19	Металловедение инновационных материалов	
2.1.20	Методы исследования материалов	
2.1.21	Механические свойства материалов	
2.1.22	Статистическая физика	
2.1.23	Физика металлов	
2.1.24	Физика полупроводников	
2.1.25	Физические свойства твердых тел	
2.1.26	Методы вычислительной физики	
2.1.27	Техника физико-химического эксперимента	
2.1.28	Физические свойства кристаллов	
2.1.29	Введение в квантовую механику	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.5	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.7	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.8	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

**ПК-2: Способен к поиску и выбору сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ**

**Знать:**

ПК-2-31 Основные физические явления и их модели необходимые для освоения существующих технологических процессов в основе которых лежит исследование и обработка конструкционных материалов с использованием лазерного

излучения, а также для разработки новых технологических подходов.

**Уметь:**

ПК-2-У1 Выявлять существенные признаки физических явлений на которых основаны технологические процессы исследования и обработки конструкционных материалов с использованием лазерного излучения. Производить оценку целесообразности применения технологии лазерной обработки материалов в сравнении с существующими.

**Владеть:**

ПК-2-В1 Навыком проведения экспериментальных исследований в области взаимодействия лазерного излучения с конструкционными материалами; навыком обработки и анализа экспериментальных результатов.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Лазерная обработка в режиме плавления</b>							
1.1	Уравнение теплопроводности /Лек/	11	2	ПК-2-31	Л1.1 Э1			
1.2	Уравнение теплопроводности /Пр/	11	4	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
1.3	Нагревание металлов при лазерном воздействии /Лаб/	11	2	ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
1.4	Пороговые интенсивности лазерного излучения для нагрева материалов /Лек/	11	2	ПК-2-31	Л1.1 Э1			
1.5	Расчет пороговых интенсивностей лазерного излучения для нагрева материалов /Пр/	11	4	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			Р1
1.6	Плавление металлов при лазерном воздействии /Лаб/	11	2	ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
1.7	Энергетический баланс лазерной обработки в режиме плавления /Лек/	11	2	ПК-2-31	Л1.1 Э1			
1.8	Энергетический баланс лазерной обработки в режиме плавления /Пр/	11	4	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1		КМ1	
1.9	Лазерная резка в режиме плавления /Лаб/	11	2	ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1			
1.10	Усвоение теоретического материала. Выполнение домашнего задания /Ср/	11	25	ПК-2-У1 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
	<b>Раздел 2. Лазерная обработка в режиме абляции</b>							
2.1	Энергетический баланс лазерной обработки в режиме абляции /Лек/	11	2	ПК-2-31	Л1.1 Э1			

2.2	Энергетический баланс лазерной обработки в режиме абляции /Пр/	11	4	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
2.3	Порог лазерной абляции /Лаб/	11	2	ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
2.4	Многоимпульсная лазерная абляция /Лек/	11	2	ПК-2-З1	Л1.1 Э1			
2.5	Многоимпульсная лазерная абляция /Пр/	11	4	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			Р2
2.6	Лазерная резка в режиме абляции /Лаб/	11	2	ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
2.7	Лазерное плазмообразование /Лек/	11	2	ПК-2-З1	Л1.1 Э1			
2.8	Порог лазерного плазмообразования /Пр/	11	4	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1		КМ2	
2.9	Изучение лазерного плазмообразования /Лаб/	11	2	ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1			
2.10	Усвоение теоретического материала. Выполнение домашнего задания /Ср/	11	25	ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
	<b>Раздел 3. Аддитивные лазерные технологии</b>							
3.1	Обзор аддитивных лазерных технологий /Лек/	11	2	ПК-2-З1				
3.2	Принцип работы лазерного 3D-принтера /Пр/	11	4	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			Р3
3.3	Лазерное спекание полимерного порошка /Лаб/	11	2	ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
3.4	Лазерная 3D-печать по металлу /Лек/	11	3	ПК-2-З1				
3.5	Лазерная 3D-печать по металлу /Пр/	11	6	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1		КМ3	
3.6	Лазерное сплавление металлического порошка /Лаб/	11	3	ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			

3.7	Усвоение теоретического материала. Выполнение домашнего. /Ср/	11	26	ПК-2-У1 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
-----	---	----	----	-----------------	---	--	--	--

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа 1	ПК-2-31	Уравнение теплопроводности. Нагревание металлов при лазерном воздействии. Пороговые интенсивности лазерного излучения для нагрева материалов. Плавление металлов при лазерном воздействии. Энергетический баланс лазерной обработки в режиме плавления. Лазерная резка в режиме плавления.
КМ2	Контрольная работа 2	ПК-2-31	Энергетический баланс лазерной обработки в режиме абляции. Порог лазерной абляции. Многоимпульсная лазерная абляция. Лазерная резка в режиме абляции. Адаптированная лазерная абляция. Лазерное плазмообразование.
КМ3	Контрольная работа 2	ПК-2-31	Принцип работы лазерного 3D-принтера. Разновидности и режимы работы аддитивных машин. Лазерное спекание полимерного порошка. Лазерная 3D-печать по металлу. Лазерное сплавление металлического порошка.

#### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Домашнее задание 1	ПК-2-31;ПК-2-У1	Резка металлов непрерывным лазерным излучением в режиме плавления. Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям.
P2	Домашнее задание 2	ПК-2-31;ПК-2-У1	Резка металлов импульсно-периодическим лазерным излучением в режиме абляции. Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям.
P3	Домашнее задание 3	ПК-2-31;ПК-2-У1	Адаптированная лазерная обработка. Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям.

#### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов и одной задачи. Задачи в билетах являются типовыми и подобными решаемым в процессе освоения дисциплины. Билеты хранятся на кафедре.

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Промежуточная аттестация - выполнение всех контрольных работ. В случае невыполнения защита невыполненных работ переносится на экзамен в дополнение к экзаменационному билету.

Экзаменационная оценка формируется как среднеарифметическая из оценок за ответ на экзамене и за контрольные работы в процессе освоения дисциплины.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Шангина Л. И.	Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012
Л1.2	Кашапов Н. Ф., Лучкин Г. С., Самигуллин М. Ф., Кашапов Н. Ф.	Лазеры и их применение в медицине: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2011
Л1.3	Малоюков С. П., Саенко А. В., Клунникова Ю. В., Палий А. В.	Лазеры в микро- и нанoeлектронике: учебное пособие	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2018
Л1.4	Сивухин Д. В.	Общий курс физики: Т.4. Оптика: Учеб. пособие для физ. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1985

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Ландсберг Г. С.	Оптика: учеб. пособие для студ. физ. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Физматлит, 2006

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Иконников А. А., Чугайнова М. В.	Физика. Волновая оптика: учебно-методический комплекс. Физический практикум для студентов физических направлений очной и заочной форм обучения: учебно-методический комплекс	Электронная библиотека	Тюмень: Тюменский государственный университет, 2016

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1		lms.misis.ru
----	--	--------------

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	LMS Canvas

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.2	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-418	Лаборатория	многофункциональный твердотельный лазерный комплекс
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
К-521	Учебная аудитория	набор демонстрационного оборудования в том числе: мультимедийный проектор, ПК, экран проекционный, коллекция моделей кристаллических многогранников и кристаллических структур, комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office

К-521	Учебная аудитория	набор демонстрационного оборудования в том числе: мультимедийный проектор, ПК, экран проекционный, коллекция моделей кристаллических многогранников и кристаллических структур, комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office
-------	-------------------	--

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Проведение практических занятий осуществляется в аудиториях, обеспеченных мультимедийным оборудованием, с возможностью показа презентаций и видеофильмов.

Проведение практических занятий может производиться с использованием технологического и исследовательского оборудования соответствующих лабораторий.

Практические занятия нацелены на изучение особенностей реального технологического и исследовательского оборудования, особенностей и технологических ограничений, а также способов их преодоления.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:  
- при проведении практических занятий допускается использование проприетарного ПО, входящего в состав технологического и исследовательского оборудования.

На практических занятиях в конспект следует заносить всё, что рекомендует преподаватель. Анализ результатов и отработка упражнений, изученных на практических занятиях, экономит время и способствует лучшему усвоению материала.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения данного курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе.

При освоении данного курса студент должен пользоваться библиотекой вуза, а также электронными базами учебной литературы, в соответствии с настоящей программой.