

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 09.07.2023 19:47:26

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

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

**Магистр-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 2

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

93

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лабораторные	17		17	
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	51	34	51	34
Контактная работа	51	34	51	34
Сам. работа	93	74	93	74
Итого	144	108	144	108

Программу составил(и):

*ктн, доцент, Конюхов Михаил Владимирович*

Рабочая программа

**Применение лазерных систем**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ, 22.04.01-ММТМ-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков**

Протокол от г., №

Руководитель подразделения Оганов А.Р.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Получение представления о свойствах лазерного излучения и типов генераторов;
1.2	Получение представления о его усилении и детектировании;
1.3	Получение представления об оптике сверхбыстрых процессов и их применения в науке и технике.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Аттестация и сертификация изделий электронной техники	
2.1.2	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.3	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники	
2.1.4	Новые углеродные материалы	
2.1.5	Оптические явления в кристаллах. Часть 1	
2.1.6	Технология получения кристаллов	
2.1.7	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.2.2	Кристаллические компоненты акустоэлектроники	
2.2.3	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики	
2.2.4	Микросхемотехника	
2.2.5	Наноматериалы в современной твердотельной электронике	
2.2.6	Нелинейные кристаллы	
2.2.7	Оптические элементы лазерных систем. Часть 2	
2.2.8	Оптические явления в кристаллах. Часть 2	
2.2.9	Солнечная энергетика	
2.2.10	Методы исследования материалов	
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.12	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.13	Технологии получения материалов	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ****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. Лазеры</b>							
1.1	Теория лазерной генерации. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
1.2	Выходные характеристики лазера. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
1.3	Распространённые лазеры. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			

1.4	Импульсные лазеры. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
1.5	Демонстрация генерации лазерного излучения. /Пр/	2	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1		КМ1	
1.6	Письменный опрос /Пр/	2	1					
1.7	Усвоение теоретического материала. Выполнение домашнего задания /Ср/	2	14		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			Р1
	<b>Раздел 2. Лазерные усилители</b>							
2.1	Теория лазерного усиления. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
2.2	Накачка усилителя. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
2.3	Распространенные лазерные усилители. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
2.4	Нелинейность усилителя. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
2.5	Демонстрация усиления лазерного излучения. /Пр/	2	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
2.6	Письменный опрос /Пр/	2	1					
2.7	Усвоение теоретического материала. Выполнение домашнего задания /Ср/	2	15		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			Р1
	<b>Раздел 3. Оптика полупроводников</b>							
3.1	Полупроводники. Генерация, рекомбинация и инжекция. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
3.2	Взаимодействие фотонов с носителями зарядов. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			

3.3	Полупроводниковые источники фотонов. Лазерные диоды. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
3.4	Полупроводниковые оптические усилители. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
3.5	Демонстрация работы лазерного диода. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
3.6	Письменный опрос /Пр/	2	1					
3.7	Усвоение теоретического материала. Выполнение домашнего. /Ср/	2	15		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			P1
	<b>Раздел 4. Полупроводниковые детекторы фотонов</b>							
4.1	Фотоприёмники. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
4.2	Фотопроводники. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
4.3	Фотодиоды. Гетероструктуры. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
4.4	Лавинные фотодиоды. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
4.5	Принцип действия. Усиление и токовая чувствительность. Время отклика. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
4.6	Письменный опрос /Пр/	2	1					
4.7	Усвоение теоретического материала. Выполнение домашнего задания /Ср/	2	15		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			P1
	<b>Раздел 5. Оптика сверх быстрых процессов</b>							
5.1	Характеристики импульсов. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			

5.2	Формирование и компрессия импульсов. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
5.3	Распространение импульсов в оптических волноводах. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
5.4	Линейная оптика ультракоротких импульсов. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
5.5	Нелинейная оптика ультракоротких импульсов. Детектирование. /Пр/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			
5.6	Защита домашнего задания /Пр/	2	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1			
5.7	Письменный опрос /Пр/	2	1					
5.8	Усвоение теоретического материала. Выполнение домашнего задания /Ср/	2	15		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 1 Э1			Р1

### 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	Письменные опросы		<p>Теория лазерной генерации.            Выходные характеристики лазера.            Распространённые лазеры.            Импульсные лазеры.            Теория лазерного усиления.            Накачка усилителя.            Распространенные лазерные усилители.            Нелинейность усилителя.            Полупроводники. Генерация, рекомбинация и инжекция.            Взаимодействие фотонов с носителями зарядов.            Полупроводниковые источники фотонов. Лазерные диоды.            Полупроводниковые оптические усилители.            Фотоприёмники.            Фотопроводники.            Фотодиоды. Гетероструктуры.            Лавинные фотодиоды.            Принцип действия. Усиление и токовая чувствительность. Время отклика.            Характеристики импульсов.            Формирование и компрессия импульсов.            Распространение импульсов в оптических волноводах.            Линейная оптика ультракоротких импульсов.            Нелинейная оптика ультракоротких импульсов. Детектирование.</p>
КМ2	Защита домашнего задания		Индивидуальные вопросы, соответствующие тематике домашнего задания

<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Домашнее задание		Расчётное домашнее задание, выдаваемое преподавателем индивидуально
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
экзамен не предусмотрен			
<b>5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)</b>			
Оценка за зачет формируется как средняя оценка по работам и контрольным мероприятиям			

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	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 научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2011
Л1.3	Малюков С. П., Саенко А. В., Клуникова 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 лекций и практических занятий осуществляется исключительно в аудиториях, обеспеченных мультимедийным оборудованием, с возможностью показа презентаций и видеофильмов.

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

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами фундаментальных основ.

Практические занятия должны быть 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:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);

- 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.