

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.05.2023 17:24:59

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)

# Квантовая и оптическая электроника

Закреплена за подразделением

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Направление подготовки

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 7

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя			
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.тн, Доцент, Конюхов М.В.*

Рабочая программа

**Квантовая и оптическая электроника**

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 02.04.2015 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , 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	Сформировать понимание математического аппарата квантовой механики, применяемого для описания физических основ электроники и физической оптики.
1.2	Углубить знания теории измерений, применяемых в квантовой области.
1.3	Ознакомить с теорией квантовых переходов, применяемых для описания процессов генерации лазерного излучения.
1.4	Ознакомить с принципами дифракционного рассеяния и оптической модели частиц. Рассмотреть аналитические свойства матрицы рассеяния.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.18
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.2	Материаловедение	
2.1.3	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.4	Металловедение инновационных материалов	
2.1.5	Методы исследования материалов	
2.1.6	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии	
2.1.7	Метрология и технические измерения функциональных материалов	
2.1.8	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.1.9	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике	
2.1.10	Основы материаловедения и методов исследования материалов	
2.1.11	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.12	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.13	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.14	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.15	Разработка новых материалов	
2.1.16	Технология функциональных материалов	
2.1.17	Фазовые равновесия и дефекты структуры	
2.1.18	Физика диэлектриков	
2.1.19	Физика полупроводников	
2.1.20	Введение в квантовую теорию твердого тела	
2.1.21	Дефекты кристаллической решетки	
2.1.22	Компьютеризация эксперимента	
2.1.23	Планирование и организация научно-исследовательской работы	
2.1.24	Планирование научного эксперимента	
2.1.25	Теория поверхностных явлений	
2.1.26	Теория симметрии	
2.1.27	Электроника	
2.1.28	Кристаллография	
2.1.29	Практическая кристаллография	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.2.2	Высокотемпературные материалы	
2.2.3	Композиционные и керамические материалы	
2.2.4	Композиционные материалы	
2.2.5	Компьютерное моделирование материалов и процессов	
2.2.6	Компьютерное моделирование процессов получения материалов	
2.2.7	Математические методы моделирования физических процессов	
2.2.8	Металловедение сварки	
2.2.9	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.2.10	Объемные наноматериалы	

2.2.11	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.14	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.15	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.16	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.17	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.18	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.19	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.20	Специальные сплавы
2.2.21	Структура и свойства функциональных наноматериалов
2.2.22	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.2.23	Функциональные материалы электроники
2.2.24	Экстремальные технологии получения наноматериалов

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

**ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований**

**Знать:**

ПК-1-32 Понятный аппарат квантовой механики и его применение в лазерной технике

ПК-1-31 Физические основы необходимые для решения профессиональных задач в области квантовой механики и оптики

**Уметь:**

ПК-1-У2 Решать модельные задачи механики квантовой частицы и анализировать их решение

ПК-1-У1 Использовать математический аппарат в решении типовых профессиональных задач по основным разделам квантовой электроники и оптики

**Владеть:**

ПК-1-В1 Опыт обработки и анализа результатов исследований в области квантовой механики

### 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. Изображение механических величин операторами</b>							
1.1	Линейные самосопряжённые операторы. Общая формула для среднего значения величины и для среднего квадратичного отклонения /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
1.2	Собственные значения и собственные функции операторов и их физический смысл. Общий метод вычисления вероятностей результатов измерения. Операторы координаты, импульса, момента импульса микрочастицы. Оператор энергии и функция Гамильтона. /Лек/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			

1.3	Работа с математическим аппаратом квантовой механики. /Пр/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
1.4	Усвоение теоретического материала.Выполнение домашнего задания. /Ср/	7	7	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			Р1
<b>Раздел 2. Изменения состояния во времени</b>								
2.1	Уравнение Шредингера. Сохранения частиц. Стационарные состояния. Связь квантовой механики с классической механикой и оптикой. Переход от квантовых уравнений к уравнениям Ньютона. /Лек/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
2.2	Переход от временного уравнения Шредингера к уравнению Гамильтона-Якоби. Квантовая механика и оптика. Производные операторов по времени. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
2.3	Работа с математическим аппаратом квантовой механики. Уравнения движения. Теоремы Эренфеста. Интегралы движения. /Пр/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
2.4	Усвоение теоретического материала.Выполнение домашнего задания. /Ср/	7	8	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			Р1
<b>Раздел 3. Теория представлений</b>								
3.1	Различные представления состояния квантовой системы. представления операторов, изображающих механические величины. Матрицы и действия над ними.Определения среднего значения и спектра величины. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
3.2	Уравнение Шредингера и зависимость операторов от времени в матричной форме. Унитарные преобразования. Матрица рассеяния. Гайзенберговское представление взаимодействия. Матрица плотности. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
3.3	Работа с математическим аппаратом квантовой механики. /Пр/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
3.4	Моделирование квантовых эффектов /Пр/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			

3.5	Усвоение теоретического материала.Выполнение домашнего задания. /Ср/	7	7	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			P1
	<b>Раздел 4. Теория движения микрочастиц в поле потенциальных сил</b>							
4.1	Гармонический осциллятор и его энергетическое представление. Движение в поле центральной силы. Движение в кулоновском поле. Спектр и волновые функции атома водорода /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
4.2	Движение электрона в одновалентных атомах. Магнетрон.Квантовые уровни двухатомной молекулы. Движение электрона в периодическом поле. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
4.3	Работа с математическим аппаратом квантовой механики. /Пр/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
4.4	Усвоение теоретического материала.Выполнение домашнего задания. /Ср/	7	7	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			P1
	<b>Раздел 5. Собственный механический и магнитный момент электрона</b>							
5.1	Оператор спина электрона.Спиновые функции. Уравнение Паули. Расщепление спектральных линий в магнитном поле. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
5.2	Движение спина в переменном магнитном поле. Свойство полного момента импульса. Нумерация термов атома с учётом спина электрона. Мультиплетная структура спектров. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
5.3	Работа с математическим аппаратом квантовой механики. /Пр/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л3.2Л3.1 Л3.3 Э1			
5.4	Усвоение теоретического материала.Выполнение домашнего задания. /Ср/	7	7	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			P1
	<b>Раздел 6. Теория возмущений</b>							
6.1	Возмущение в отсутствии возмущения.Возмущение при наличии вырождения.Расщепление уровней в случае двукратного вырождения. /Лек/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			

6.2	Математический эксперимент. Ангармонический осциллятор. Расщепление спектральных линий в электрическом поле. Расщепление спектральных линий в слабом магнитном поле. /Пр/	7	1	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
6.3	Работа с математическим аппаратом квантовой механики. /Пр/	7	1	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
6.4	Усвоение теоретического материала.Выполнение домашнего задания. /Ср/	7	7	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
<b>Раздел 7. Теория квантовых переходов</b>								
7.1	Вероятности переходов под влиянием возмущения, зависящее от времени. Переходы под влиянием возмущения, не зависящего от времени. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
7.2	Поглощение и излучение света. Коэффициенты излучения и поглощения. Принцип соответствия. Правила отбора для дипольного излучения. Интенсивности в спектре излучения. Дисперсия.Комбинационно е рассеяние. Нелинейная оптика. /Лек/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
7.3	Определение параметров лазерного излучения. /Пр/	7	1	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
7.4	Учёт изменения фазы электромагнитного поля волны внутри атома. Квадропульное излучение. Фотоэлектрический эффект. /Ср/	7	1	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1			
7.5	Коллоквиум /Пр/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2			КМ1	
7.6	Усвоение теоретического материала. Выполнение домашнего задания /Ср/	7	13	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 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	Коллоквиум	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1	<p>Изображение механических величин операторами.</p> <p>Линейные самосопряжённые операторы. Общая формула для среднего значения величины и для среднего квадратичного отклонения.</p> <p>Собственные значения и собственные функции операторов и их физический смысл.</p> <p>Общий метод вычисления вероятностей результатов измерения.</p> <p>Операторы координаты, импульса, момента импульса микрочастицы.</p> <p>Оператор энергии и функция Гамильтона.</p> <p>Изменения состояния во времени.</p> <p>Уравнение Шредингера. Сохранения частиц. Стационарные состояния.</p> <p>Производные операторов по времени.</p> <p>Уравнения движения. Теоремы Эренфеста. Интегралы движения.</p> <p>Связь квантовой механики с классической механикой и оптикой.</p> <p>Переход от квантовых уравнений к уравнениям Ньютона. Переход от временного уравнения Шредингера к уравнению Гамильтона-Якоби.</p> <p>Квантовая механика и оптика.</p> <p>Теория представлений.</p> <p>Различные представления состояния квантовой системы. представления операторов, изображающих механические величины. матрицы.</p> <p>Матрицы и действия над ними. Определения среднего значения и спектра величины.</p> <p>Уравнение Шредингера и зависимость операторов от времени в матричной форме. Унитарные преобразования.</p> <p>Матрица рассеяния. Гайзенберговское представление взаимодействия. Матрица плотности.</p> <p>Теория движения микрочастиц в поле потенциальных сил.</p> <p>Гармонический осциллятор и его энергетическое представление.</p> <p>Движение в поле центральной силы.</p> <p>Движение в кулоновском поле. Спектр и волновые функции атома водорода.</p> <p>Движение электрона в одновалентных атомах. Магнетрон.</p> <p>Квантовые уровни двухатомной молекулы. Движение электрона в периодическом поле.</p> <p>Собственный механический и магнитный момент электрона.</p> <p>Оператор спина электрона. Спиновые функции.</p> <p>Уравнение Паули. Расщепление спектральных линий в магнитном поле.</p> <p>Движение спина в переменном магнитном поле. Свойство полного момента импульса.</p> <p>Нумерация термов атома с учётом спина электрона. Мультиплетная структура спектров.</p> <p>Теория возмущений.</p> <p>Возмущение в отсутствие возмущения. Возмущение при наличии вырождения.</p> <p>Расщепление уровней в случае двукратного вырождения.</p> <p>Ангармонический осциллятор. Расщеплении спектральных линий в электрическом поле.</p> <p>Расщепление спектральных линий в слабом магнитном поле.</p> <p>Теория квантовых переходов.</p> <p>Вероятности переходов под влиянием возмущения, зависящее от времени.</p> <p>Переходы под влиянием возмущения, не зависящего от времени.</p> <p>Поглощение и излучение света. Коэффициенты излучения и поглощения.</p> <p>Принцип соответствия. Правила отбора для дипольного излучения.</p> <p>Интенсивности в спектре излучения. Дисперсия.</p> <p>Комбинационное рассеяние. Нелинейная оптика.</p> <p>Учёт изменения фазы электромагнитного поля волны внутри атома.</p> <p>Квадропульное излучение.</p> <p>Фотоэлектрический эффект.</p>
-----	------------	---	---



<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	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1	Расчётное домашнее задание, выдаваемое преподавателем индивидуально
P2	Практическая работа № 1	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1	Работа с математическим аппаратом квантовой механики
P3	Практическая работа № 2	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1	Моделирование квантовых эффектов
P4	Практическая работа № 3	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1	Математический эксперимент. Ангармонический осциллятор. Расщепление спектральных линий в электрическом поле. Расщепление спектральных линий в слабом магнитном поле.
P5	Практическая работа № 4	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1	Определение параметров лазерного излучения
<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>			
В конце учебной программы предусмотрен зачёт с оценкой. Оценка за зачёт формируется как средняя оценка по всем выполняемым 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

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Сивухин Д. В.	Т.5.: Атомная и ядерная физика. Ч.1	Библиотека МИСиС	, 1986

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Гинзбург В. Л., Левин Л. М., Сивухин Д. В., Яковлев И. А.	Сборник задач по молекулярной физике	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1976
Л3.2	Гинзбург В. Л., Левин Л. М., Рабинович М. С., Сивухин Д. В., Сивухин Д. В.	Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц: Для физ. спец. вузов. В 5-ти кн.	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1981
Л3.3	Гераськин В. В., Петраков В. С., Ермаков Г. А.	Оптическая и квантовая электроника: лаб. практикум для студ. спец. 200100 и напр. 551600, 553100	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1996

### 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
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	
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
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
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.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

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

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами фундаментальных основ квантовой оптики.

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.

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.

По курсу предусмотрено выполнение расчётного домашнего задания и лабораторных работ.

Материалы курса (презентации лекций, рекомендуемая литература, видеоматериалы и др.) приводятся в системе LMS Canvas по мере освоения дисциплины.