

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)

# Оптические явления в кристаллах. Часть 1

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:

экзамен 1

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*кфмн, ассистент, Забелина Евгения Викторовна*

Рабочая программа

**Оптические явления в кристаллах. Часть 1**

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 14.06.2022 г., №13-21/22

Руководитель подразделения Пархоменко Ю.Н.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	1. Сформировать целостное представление о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе распространения света в изотропных и анизотропных средах, на границах раздела сред.
1.2	2. Объяснить принципы распространения света через оптические анизотропные элементы.
1.3	3. Научить рассчитывать интенсивность и параметры поляризации света при прохождении его через кристаллические оптические анизотропные элементы.
1.4	4. Сформировать представление о разработке функциональных и структурных схем оптических комплексов и систем на основе анализа изменения интенсивности и поляризации света при прохождении его через кристаллические оптические анизотропные элементы.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Дифракционные методы исследования неупорядоченных структур	
2.2.2	Кристаллы в квантовой электронике	
2.2.3	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов	
2.2.4	Некоторые главы кристаллохимии	
2.2.5	Оптические элементы лазерных систем. Часть 1	
2.2.6	Применение лазерных систем	
2.2.7	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.8	Спектроскопические методы анализа поверхности	
2.2.9	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.2.10	Кристаллические компоненты акустоэлектроники	
2.2.11	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики	
2.2.12	Микросхемотехника	
2.2.13	Наноматериалы в современной твердотельной электронике	
2.2.14	Нелинейные кристаллы	
2.2.15	Оптические элементы лазерных систем. Часть 2	
2.2.16	Оптические явления в кристаллах. Часть 2	
2.2.17	Солнечная энергетика	
2.2.18	Методы исследования материалов	
2.2.19	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.20	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

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

<b>ПК-2: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-31 - принципы организации и осуществление экспериментальных исследований распространения света через анизотропные среды
<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизировать и обобщать достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-5-31 - технические решения, технологии и процессы для управления светом при распространении его через анизотропные среды
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 - фундаментальные законы распространения света через изотропные и анизотропные среды, и на границах раздела сред; физические законы и эффекты, позволяющие определять параметры и характеристики монокристаллов неразрушающими методами

<b>ПК-2: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 - работать со справочными и информационными источниками и нормативными материалами
<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-5-У1 - анализировать возможность применения исследованных материалов для конкретных применений
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 - рассчитывать интенсивность и параметры поляризации света при прохождении его через кристаллические оптические анизотропные элементы
<b>ПК-2: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 - навык и опыт измерений характеристик света, проходящего через анизотропный оптический элемент
<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-5-В1 - навык поиска информации в области характеристик анизотропных материалов
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 - навык и опыт измерений на оптическом испытательном оборудовании, расчета метрологических характеристик измерений

#### 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. Световые волны в прозрачных кристаллах</b>							
1.1	Система уравнений Максвелла. Распространение света в анизотропной среде. /Лек/	1	2	ОПК-1-31	Л1.5Л2.3 Э1		КМ1,К М4,КМ 2	
1.2	Поляризация световых волн. Методы описания поляризации световых волн (вектор Джонса, сфера Пуанкаре, метод Стокса) /Лек/	1	2	ПК-2-31 ОПК-1-31	Л1.1Л2.2 Э1		КМ1,К М4,КМ 2	
1.3	Распространение света в кубических кристаллах /Лек/	1	1	ПК-2-31 ОПК-1-31	Л1.1Л2.2 Э1		КМ1,К М2,КМ 4	
1.4	Распространение света в анизотропных кристаллах. Оптически одноосные кристаллы. Оптически двуосные кристаллы. Коническая рефракция /Лек/	1	2	ПК-2-31 ОПК-1-31	Л1.1Л2.2 Э1		КМ1,К М2,КМ 4	
1.5	Формулы Френеля /Лек/	1	1	ОПК-1-31	Л1.5Л2.2 Э1		КМ1,К М2,КМ 4	

1.6	Ориентация векторов поля и волновой нормали в анизотропных кристаллах /Лек/	1	1	ПК-2-31 ОПК-1-31	Л1.1Л2.2 Э1		КМ1,К М2,КМ 4	
1.7	Фотометрические понятия и единицы /Пр/	1	1	ПК-2-У1	Л1.5Л2.2 Э1			Р1
1.8	Свойства глаза. Фотоприемники /Пр/	1	1	ПК-2-У1	Л1.5Л2.2 Э1			Р2
1.9	Анализ различных форм поляризации света /Пр/	1	1	ПК-2-31 ОПК-1-У1 ОПК-5-31	Л1.1Л2.1Л3.3 Э1			Р3
1.10	Методы измерения показателя преломления света /Пр/	1	1	ПК-2-31 ПК-2-В1 ОПК-5-31	Л1.5Л2.2Л3.2 Э1			Р4
1.11	Методы определения спектрального состава оптического излучения /Пр/	1	1	ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-5-В1	Л1.5Л2.2Л3.2 Э1			Р5
1.12	Поляриды. Наблюдение кристаллов в параллельном поляризованном свете /Пр/	1	1	ОПК-5-31	Л1.5Л2.2Л3.2 Э1			Р6
1.13	Коллоквиум № 1 /Пр/	1	2	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.14	Измерение дисперсии показателя преломления кристалла ниобата лития /Лаб/	1	5	ПК-2-31 ПК-2-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.5Л2.2Л3.2 Л3.3 Э1	Занятия проводятся в специализированной аудитории в соответствии с разделом МТО		Р7
1.15	Определение параметров поляризации света /Лаб/	1	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1	Л1.5Л2.1Л3.2 Л3.3 Э1	Занятия проводятся в специализированной аудитории в соответствии с разделом МТО		Р8
1.16	1) Подготовка к аудиторным занятиям: работа с литературой, самостоятельная проработка отдельных вопросов, подготовка вопросов по теме предстоящего занятия. 2) Подготовка к Коллоквиуму. /Ср/	1	25	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.2Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1,К М2	
<b>Раздел 2. Интерференция света в кристаллах</b>								
2.1	Отражение и преломление света кристаллами /Лек/	1	1	ПК-2-31 ОПК-1-31	Л1.5Л2.2 Э1		КМ1,К М5,КМ 3	
2.2	Поляризация и интенсивность света, прошедшего через кристаллическую пластинку /Лек/	1	1	ПК-2-31 ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.5Л2.4 Э1		КМ3,К М1,КМ 5	
2.3	Распространение света в поглощающем кристалле /Лек/	1	1	ПК-2-31 ОПК-1-31	Л1.5Л2.2 Э1		КМ1,К М3,КМ 5	

2.4	Наблюдение кристаллов в параллельном поляризованном свете /Пр/	1	1	ПК-2-31 ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.5Л2.1Л3.2 Э1			Р9
2.5	Наблюдение кристаллов в сходящемся поляризованном свете /Пр/	1	1	ПК-2-31	Л1.5Л2.1Л3.2 Э1			Р10
2.6	Простейшие измерения в кристаллооптике /Пр/	1	1	ПК-2-31 ОПК-1-У1 ОПК-5-31	Л1.5Л2.1Л3.2 Э1			Р11
2.7	Интерференционные и дифракционные методы исследования кристаллов /Пр/	1	1	ОПК-1-31 ОПК-5-31	Л1.5Л2.1Л3.2 Э1			Р12
2.8	Дифракционная решетка /Лаб/	1	4	ПК-2-У1 ОПК-1-В1	Л1.5Л2.2Л3.3 Э1	Занятия проводятся в специализированной аудитории в соответствии с разделом МТО		Р13
2.9	1) Подготовка к аудиторным занятиям: работа с литературой, самостоятельная проработка отдельных вопросов, подготовка вопросов по теме предстоящего занятия. /Ср/	1	15	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	
<b>Раздел 3. Оптическая активность кристаллов. Влияние внешних воздействий на оптические свойства кристаллов.</b>								
3.1	Поляризация собственных волн в гиротропных кристаллах /Лек/	1	1	ПК-2-31 ОПК-1-31	Л1.2Л2.3 Э1		КМ6,КМ1,КМ3	
3.2	Проявления оптической активности в кристаллах /Лек/	1	1	ПК-2-31 ОПК-1-31	Л1.2Л2.3 Э1		КМ1,КМ3,КМ6	
3.3	Магнитооптические свойства кристаллов /Лек/	1	1	ОПК-1-31	Л1.2Л2.5 Э1		КМ1,КМ3,КМ6	
3.4	Электрооптические свойства кристаллов /Лек/	1	1	ОПК-1-31	Л1.2Л2.5 Э1		КМ1,КМ3,КМ6	
3.5	Пьезо- и упругооптические свойства кристаллов /Лек/	1	1	ОПК-1-31	Л1.2Л2.5 Э1		КМ1,КМ3,КМ6	
3.6	Простейшие измерения в области нелинейной оптики в кристаллах /Пр/	1	1	ПК-2-31	Л1.3Л2.5Л3.1 Э1			Р14
3.7	Эллипсометрия /Пр/	1	1	ПК-2-31	Л1.4Л2.2Л3.2 Э1		КМ1,КМ3	Р15
3.8	Методы оценки оптической неоднородности кристаллов и кристаллических элементов /Пр/	1	1	ПК-2-31 ОПК-1-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1	Л1.3Л3.2 Э1			Р16

3.9	Двупреломляющие кристаллы в поляризованном свете /Лаб/	1	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1	Л1.1Л3.3 Э1	Занятия проводятся в специализированной аудитории в соответствии с разделом МТО		Р17
3.10	Коллоквиум № 2 /Пр/	1	2	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.2Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.11	1) Подготовка к аудиторным занятиям: работа с литературой, самостоятельная проработка отдельных вопросов, подготовка вопросов по теме предстоящего занятия. 2) Подготовка к Коллоквиуму. /Ср/	1	17	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1,КМ3	

### 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	Экзамен	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-1-31;ОПК-5-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Система уравнений Максвелла</li> <li>2. Какие уравнения связи входят в систему уравнений Максвелла?</li> <li>3. Формулы Френеля</li> <li>4. Что такое оптическая индикатриса?</li> <li>5. Вектор Джонса. Вектор Стокса. Сфера Пуанкаре</li> <li>6. Отражение и преломление света оптически одноосными кристаллами</li> <li>7. Падение плоской световой волны на границу раздела двух изотропных диэлектриков</li> <li>8. Закон преломления света при прохождении границы двух сред.</li> <li>9. Угол Брюстера</li> <li>10. Коэффициенты отражения и пропускания</li> <li>11. Предельный угол полного внутреннего отражения</li> <li>12. Законы отражения и преломления в ковариантной форме, предложенной Ф.И. Федоровым</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Распространение света в оптически одноосных кристаллах.</li> <li>2. Распространение света в оптически двуосных кристаллах</li> <li>3. Направление волновой нормали и вектора Пойтинга в анизотропных кристаллах</li> <li>4. Как определяется вектор плотности потока электромагнитной энергии – вектор Умова-Пойтинга?</li> <li>5. Как с помощью индикатрисы определить показатели преломления световых волн с волновой нормалью <math>N</math>, распространяющихся в кристалле?</li> <li>6. Эллипсоид Френеля</li> <li>7. Как с помощью указательной поверхности тензора <math>\epsilon_{ij}</math> определять связь направлений вектора Пойтинга и волновой нормали</li> <li>8. Поверхность показателей преломления и волновых векторов.</li> <li>9. Виды поляризации света</li> <li>10. Параметры эллипса поляризации</li> <li>11. Внешняя и внутренняя коническая рефракция</li> <li>12. Прохождение света через систему поляризатор-кристалл-анализатор</li> <li>13. Исследование кристаллов в сходящемся поляризованном свете</li> <li>14. Поверхности постоянной разности фаз</li> <li>15. Пространственная дисперсия</li> <li>16. Оптическая активность кристаллов</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Линейная электрогирация</li> <li>2. Квадратичная электрогирация</li> <li>3. Эффект Фарадея</li> <li>4. Эффект Коттона-Мугона</li> <li>5. Линейный электрооптический эффект</li> <li>6. Квадратичный электрооптический эффект</li> <li>7. Пьезооптический эффект</li> <li>8. Упругооптический эффект</li> <li>9. Продольный и поперечный пьезооптический эффект</li> </ol>
-----	---------	---	---

КМ2	Коллоквиум № 1	ОПК-5-31;ОПК-1-31;ПК-2-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Система уравнений Максвелла.</li> <li>2. Распространение света в анизотропной среде</li> <li>3. Поляризация световых волн.</li> <li>4. Методы описания поляризации световых волн (вектор Джонса, сфера Пуанкаре, метод Стокса).</li> <li>5. Распространение света в кубических кристаллах</li> <li>6. Распространение света в анизотропных кристаллах. Оптически одноосные кристаллы.</li> <li>7. Оптически двуосные кристаллы. Коническая рефракция</li> <li>8. Формулы Френеля.</li> <li>9. Ориентация векторов поля и волновой нормали в анизотропных кристаллах.</li> <li>10. Фотометрические понятия и единицы.</li> <li>11. Свойства глаза. Фотоприемники.</li> <li>12. Анализ различных форм поляризации света.</li> <li>13. Методы измерения показателя преломления света.</li> <li>14. Методы определения спектрального состава оптического излучения.</li> <li>15. Поляроиды. Наблюдение кристаллов в параллельном поляризованном свете.</li> </ol>
КМ3	Коллоквиум №2	ОПК-5-31;ОПК-1-31;ПК-2-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отражение и преломление света кристаллами.</li> <li>2. Поляризация и интенсивность света, прошедшего через кристаллическую пластинку.</li> <li>3. Распространение света в поглощающем кристалле</li> <li>4. Поляризация собственных волн в гиротропных кристаллах.</li> <li>5. Проявления оптической активности в кристаллах</li> <li>6. Магнитооптические свойства кристаллов</li> <li>7. Электрооптические свойства кристаллов</li> <li>8. Пьезо- и упругооптические свойства кристаллов.</li> <li>9. Наблюдение кристаллов в сходящемся поляризованном свете.</li> <li>10. Простейшие измерения в кристаллооптике.</li> <li>11. Интерференционные и дифракционные методы исследования кристаллов.</li> <li>12. Эллипсометрия</li> <li>13. Методы оценки оптической неоднородности кристаллов и кристаллических элементов.</li> </ol>
КМ4	Тест 1	ОПК-1-31	<p>Электромагнитные волны, основные характеристики.          Распространение света в изотропных и анизотропных средах.          Прохождение света через систему анализатор-кристалл-поляризатор.          Коноскопические фигуры.          Коническая рефракция.</p>
КМ5	Тест 2	ОПК-1-31	<p>Поляризация световых волн в кристаллах.          Явление вращения плоскости поляризации в кристаллах.          Пьезо-, упруго-, электрооптические эффекты.          Методы оценки однородности кристаллов и кристаллических элементов.</p>
КМ6	Тест 3	ОПК-1-31	<p>Особенности распространения света в кристаллах разных категорий.          Луч и нормаль.          Характеристические поверхности.          Сфера Пуанкаре, вектор Джонса и вектор Стокса.          Закон Брюстера.          Распространение света в поглощающих кристаллах.          Типы поляризаторов.</p>

КМ7	Защита лабораторных работ	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Измерение дисперсии показателя преломления кристалла ниобата лития</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Закон преломления света при прохождении границы двух сред</li> <li>- Преломление света в призме</li> <li>- Какой луч, красный или синий, сильнее преломляется в призме?</li> <li>- Какой луч, обыкновенный или необыкновенный, отклонится сильнее призмой из оптически одноосного отрицательного кристалла (преломляющее ребро призмы параллельно оптической оси кристалла)?</li> <li>- Что такое угол наименьшего отклонения преломляющей призмы?</li> <li>- Как измерить с помощью гониометра наименьший угол отклонения преломляющей призмы?</li> <li>- Как можно измерить преломляющий угол призмы?</li> <li>- Как поляризованы обыкновенный и необыкновенный лучи света после прохождения через преломляющую призму из оптически одноосного кристалла (преломляющее ребро призмы параллельно оптической оси кристалла)?</li> </ul> <p>Определение параметров поляризации света</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Что такое линейно поляризованный свет?</li> <li>- Что такое циркулярно поляризованный свет?</li> <li>- Что такое эллиптически поляризованный свет?</li> <li>- Какие параметры определяют эллиптически поляризованный свет?</li> <li>- Что такое четверть волновая пластинка?</li> <li>- Что такое полуволновая пластинка?</li> <li>- Какова будет поляризация света после сложения двух лево и правоциркулярно поляризованных лучей с одинаковыми амплитудами, одинаковой длиной волны и разностью фаз, равной нулю?</li> <li>- Какова будет поляризация света после сложения двух лево и правоциркулярно поляризованных лучей с одинаковыми длинами волн, разными амплитудами и разностью фаз, равной нулю?</li> <li>- В системе поляризатор - четверть волновая пластинка-анализатор (поляризаторы скрещены) вращают четверть волновую пластинку. Как будет меняться интенсивность света, прошедшего через эту систему?</li> <li>- В систему в вопросе 9 вместо четвертьволновой пластинки вставить полуволновую пластинку.</li> <li>- На поляризатор падает циркулярно поляризованный свет. Как будет изменяться интенсивность света при вращении поляризатора?</li> <li>- На поляризатор падает эллиптически поляризованный свет. Как будет изменяться интенсивность света при вращении поляризатора?</li> <li>- На поляризатор падает линейно поляризованный свет. Как будет меняться интенсивность света при вращении поляризатора?</li> </ul> <p>Дифракционная решетка</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Что такое дифракция света?</li> <li>- Что такое дифракция Фраунгофера?</li> <li>- Что определяет угловую ширину центрального максимума при дифракции на щели?</li> <li>- Функция какого вида определяет распределение интенсивности света в центральном максимуме при дифракции на щели?</li> <li>- При каких углах наблюдаются максимумы 1, 2, 3 порядков при дифракции на щели?</li> <li>- Что определяет угловую величину центрального максимума при дифракции на решетке?</li> <li>- Как влияет число щелей на дифракционной решетке на ширину центрального максимума?</li> <li>- Как изменяется ширина максимумов при увеличении расстояния между щелями в дифракционной решетке?</li> <li>- Как изменится расстояние между максимумами при увеличении расстояния между щелями в дифракционной решетке?</li> <li>- Чем определяется разрешающая способность дифракционной решетки для спектральной линии первого порядка?</li> </ul>
-----	---------------------------	---	--

			<p>Двупреломляющие кристаллы в поляризованном свете</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Что такое оптическая индикатриса?</li> <li>- Что представляет собой оптическая индикатриса кристаллов средней и высшей категории?</li> <li>- Что представляет собой оптическая индикатриса кристаллов низшей категории?</li> <li>- Как с помощью оптической индикатрисы для данного направления волновой нормали определить показатели преломления для двух волн, распространяющихся в кристалле?</li> <li>- Как с помощью оптической индикатрисы для данного направления волновой нормали определить поляризацию для двух волн, распространяющихся в кристалле?</li> <li>- Что представляют собой коноскопические картины (картины интерференции в сходящемся свете в скрещенных поляризаторах) оптически одноосных кристаллов?</li> <li>- Что представляют собой коноскопические картины (картины интерференции в сходящемся свете в скрещенных поляризаторах) оптически двуосных кристаллов?</li> <li>- Как будет меняться интенсивность света, прошедшего через систему анализатор-кристалл-поляризатор, при скрещенных поляризаторах (свет вдоль оптической оси одноосного кристалла) при вращении кристалла вдоль оптической оси?</li> <li>- Как будет меняться интенсивность света, прошедшего через систему анализатор-кристалл-поляризатор, при скрещенных поляризаторах (свет вдоль оптической оси одноосного кристалла) при синхронном вращении поляризатора и анализатора при неподвижном кристалле?</li> <li>- От чего зависит величина двулучепреломления кристаллической пластинки?</li> <li>- Что такое изохромы коноскопической картины?</li> <li>- Что такое изогирь коноскопической картины?</li> <li>- Как необходимо установить кристаллическую пластину (оптическая ось кристалла не параллельна оптической оси системы) в системе анализатор-кристалл-поляризатор (в параллельном свете и поляризаторы скрещены), чтобы двупреломление не проявилось?</li> </ul>
--	--	--	--

## 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	ПР Фотометрические понятия и единицы	ОПК-1-31;ОПК-5-31	Изучение актуальных нормативных документов в области фотометрии, работа с ГОСТами
P2	ПР Свойства глаза. Фотоприемники	ОПК-1-31;ОПК-5-31	Ознакомление со строением и возможностями человеческого глаза, построение простейших оптических схем. Ознакомление с типами фотоприемников и принципами их работы.
P3	ПР Анализ различных форм поляризации света	ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Ознакомление с принципами анализа различных форм поляризации света. Решение задач о прохождении света в системе анализатор-кристалл-поляризатор
P4	ПР Методы измерения показателя преломления света	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-1-31	Ознакомление с методами измерения показателя преломления света. Вывод уравнения для определения показателя преломления методом угла наименьшего отклонения (методом призмы), определение практических границ применимости уравнения Брюстера.
P5	ПР Методы определения спектрального состава оптического излучения	ПК-2-У1;ОПК-1-31	Ознакомление с методами определения спектрального состава излучения. Вывод уравнения для дифракции на щели.
P6	ПР Поляроиды. Наблюдение кристаллов в параллельном поляризованном свете	ОПК-5-У1;ОПК-5-31;ОПК-1-В1;ПК-2-31;ОПК-1-31;ПК-2-В1	Ознакомление с типами поляризаторов. Демонстрация простейших наблюдений кристаллов в поляризованном свете

P7	ЛР Измерение дисперсии показателя преломления кристалла ниобата лития	ПК-2-В1;ОПК-1-В1;ОПК-5-В1;ОПК-1-31	Ознакомление с принципами измерения показателей преломления методом призмы. Выполнение измерений. Обработка полученных результатов.
P8	ЛР Определение параметров поляризации света	ОПК-1-У1;ОПК-1-31	Определение параметров поляризации света в оптической системе. Выполнение измерений. Обработка полученных результатов.
P9	ЛР Наблюдение кристаллов в параллельном поляризованном свете	ОПК-1-31;ПК-2-В1	Практическая работа с поляризаторами и образцами кристаллических элементов
P10	ЛР Наблюдение кристаллов в сходящемся поляризованном свете	ОПК-1-31;ОПК-1-В1;ПК-2-В1	Демонстрационная работа на поляриметре
P11	ЛР Простейшие измерения в кристаллооптике	ОПК-1-31;ПК-2-В1;ОПК-5-В1	Ознакомление с простейшими измерениями в кристаллооптике. Демонстрационные работы на оптическом микроскопе.
P12	ЛР Интерференционные и дифракционные методы исследования кристаллов	ОПК-1-31;ОПК-1-В1;ПК-2-В1	Простейшие проявления дифракции и интерференции света при исследовании кристаллов. Демонстрация дифракции на образцах.
P13	ЛР Дифракционная решетка	ПК-2-В1;ОПК-5-В1;ОПК-1-31	Наблюдение дифракции на щели разной ширины. Определение длины волны монохроматического света с использованием дифракции. Обработка полученных результатов.
P14	ЛР Простейшие измерения в области нелинейной оптики в кристаллах	ОПК-1-31;ОПК-5-31;ПК-2-31;ПК-2-У1	Ознакомление с процессом генерации оптических гармоник. Демонстрация.
P15	ЛР Эллипсометрия	ОПК-1-31	Ознакомление с принципами эллипсометрии.
P16	ЛР Методы оценки оптической неоднородности кристаллов и кристаллических элементов	ПК-2-У1;ПК-2-31;ОПК-1-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-31	Ознакомление с методами оценки оптической однородности кристаллов и кристаллических элементов
P17	ЛР Двупреломляющие кристаллы в поляризованном свете	ОПК-1-31;ОПК-1-В1;ПК-2-В1	Наблюдение двупреломляющих кристаллов разных симметрий и срезов в поляризованном свете.
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
Экзаменационный билет состоит из 3-х теоретических вопросов. Билеты хранятся на кафедре.			

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

Экзамен.

По дисциплине предполагается следующая шкала оценок:

- а) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний при решении задач, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала;
- б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний при решении задач, четко излагает материал;
- в) «удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует при решении задач;
- г) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания для решения задач, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Шаскольская М. П.	Кристаллография: учеб. пособие для студ. высш. техн. учеб. заведений	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1984
Л1.2	Переломова Н. В., Тагиева М. М., Пархоменко Ю. Н.	Кристаллофизика: сборник задач с решениями	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л1.3	Блистанов А. А.	Кристаллы квантовой и нелинейной оптики: учебное пособие для студ. вузов спец. - 'Микроэлектроника и твердотельная электроника', 'Электроника и микроэлектроника'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007
Л1.4	Сивухин Д. В.	Общий курс физики: Т.4. Оптика: Учеб. пособие для физ. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1985
Л1.5	Сивухин Д. В.	Общий курс физики: Т.4. Оптика: учеб. пособие для физ. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1980

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Шерклифф У., Хан-Магомедова Ш. Д., Жевандров Н. Д.	Поляризованный свет. Получение и использование: монография	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1965
Л2.2	Борн М., Вольф Э., Мотулевич Г. П.	Основы оптики	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1973
Л2.3	Федоров Ф. И.	Теория гиротропии	Электронная библиотека	Минск: Наука и техника, 1976
Л2.4	Поль Р. В., Толстой Н. А.	Оптика и атомная физика	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1966
Л2.5	Сиротин Ю. И., Шаскольская М. П.	Основы кристаллофизики: Учеб. пособие для физ. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1979

**6.1.3. Методические разработки**

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Цернике Ф., Мидвинтер Д., Ахманов С. А.	Прикладная нелинейная оптика	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1976
ЛЗ.2	Иверонова В. И., Белянкин А. Г., Мотулевич Г. П., Четверикова Е. С., Яковлев И. А.	Физический практикум: электричество и оптика	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1968
ЛЗ.3	Гераськин В. В., Петраков В. С.	Оптические явления в кристаллах: Лаб. практикум для студ. направл. 553100 (техническая физика)	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1998
ЛЗ.4	Быкова М. Б., Гореева Ж. А., Козлова Н. С., Подгорный Д. А.	Выполнение и оформление выпускных квалификационных работ, научно-исследовательских работ, курсовых работ магистров и отчетов по практикам: метод. указания	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2017

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

Э1	Забелина Е.В. URL: <a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>	<a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>
Э2	Электронная Библиотека НИТУ "МИСиС" URL: <a href="http://elibrary.misis.ru/login.php">http://elibrary.misis.ru/login.php</a>	<a href="http://elibrary.misis.ru/login.php">http://elibrary.misis.ru/login.php</a>
Э3	Университетская библиотека On Line URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_blocks&amp;view=main_ub">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_blocks&amp;view=main_ub</a>	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_blocks&amp;view=main_ub">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_blocks&amp;view=main_ub</a>
Э4	Электронно-библиотечная система "Лань" URL: <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams

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

И.1	База данных по ионным радиусам элементов <a href="http://abulafia.mt.ic.ac.uk/shannon/ptable.php">http://abulafia.mt.ic.ac.uk/shannon/ptable.php</a>
И.2	База данных по оптическим свойствам веществ (показатели преломления, коэффициенты пропускания, отражения, экстинкции) <a href="https://refractiveindex.info/">https://refractiveindex.info/</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-416	Лаборатория	спектрофотометр «Cary-5000» UV-VIS-NIR фирмы «Varian», с ПК и лицензионным ПО; испытательный комплекс ИК-ЭОЭ-1; инструментальный микроскоп ИМЦ 100x50A; гониометр-спектрометр ГС-2; интерферометр типа Физо ИФ-77 с ПК; микротвердомер «Aaffri DM 8» В AUTO с ПК и лицензионным ПО; микроскоп Carl Zeiss «Axio Imager» M1m с ПК и лицензионным ПО; испытательный комплекс для исследования электрофизических параметров материалов и их температурных зависимостей
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

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-416	Лаборатория	спектрофотометр «Cary-5000» UV-VIS-NIR фирмы «Varian», с ПК и лицензионным ПО; испытательный комплекс ИК-ЭОЭ-1; инструментальный микроскоп ИМЦ 100x50А; гониометр-спектрометр ГС-2; интерферометр типа Физо ИФ-77 с ПК; микротвердомер «Aaffri DM 8» В AUTO с ПК и лицензионным ПО; микроскоп Carl Zeiss «Axio Imager» M1m с ПК и лицензионным ПО; испытательный комплекс для исследования электрофизических параметров материалов и их температурных зависимостей

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина «Оптические явления в кристаллах» требует значительного объема самостоятельной работы студента. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации.

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

Подготовка к лабораторным занятиям предусматривает проработку теоретического материала по теме предстоящей лабораторной работы, изучение принципа действия прибора, блок-схемы измерительной установки, программы исследования. Результатом подготовки к лабораторной работе является домашняя заготовка отчета.