

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ**  
**УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**  
**(ТУСУР)**



УТВЕРЖДАЮ  
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
Владелец: Троян Павел Ефимович  
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Методы управления оптическим излучением**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**

Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника волноводных, нелинейных и периодических структур**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2017 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	24	24	часов
3	Лабораторные работы	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	48	48	часов
5	Самостоятельная работа	96	96	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Зачет: 3 семестр

Томск 2018

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

профессор каф. ЭП

\_\_\_\_\_ Н. И. Буримов

Заведующий обеспечивающей каф.

ЭП

\_\_\_\_\_ С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ

\_\_\_\_\_ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.

ЭП

\_\_\_\_\_ С. М. Шандаров

Эксперты:

Профессор кафедры электронных  
приборов (ЭП)

\_\_\_\_\_ Л. Н. Орликов

Доцент кафедры электронных при-  
боров (ЭП)

\_\_\_\_\_ А. И. Аксенов

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Подготовка обучающихся к разработке новых методов управления оптическим излучением, необходимых для создания приборов и устройств, предназначенных как для физических исследований и проведения высокоточных измерений, так и для создания перспективных систем и комплексов управления светом

### 1.2. Задачи дисциплины

– Приобретение знаний о методах управления оптическим излучением и приемах разработки, проектирования и использовании перспективных приборов управления светом

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы управления оптическим излучением» (Б1.В.ОД.1.7) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Интегральная фотоника, Математические методы компьютерных технологий в научных исследованиях.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-2 способностью владеть методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;
- ПК-5 способностью владеть приемами практического решения задач выбора и оценки эффективности различных архитектурных и структурных решений при компьютерном моделировании;
- ПК-6 способностью пользоваться математическим аппаратом в области теории информации, кодирования, теории информационных систем и сигналов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** основные принципы обеспечивающие эффективное управление оптическим излучением и физические эффекты, лежащие в основе методов управления светом
- **уметь** - применять полученные знания при теоретическом анализе и экспериментальном исследовании физических процессов и оптических явлений, лежащих в основе методов управления оптическим излучением; - анализировать информацию о новых методах управления оптическим излучением и типах оптических приборов.
- **владеть** Навыками анализа физических явлений и эффектов для разработки и создания перспективных методов управления оптическим излучением и приборов, реализующих указанные методы

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	48	48
Лекции	12	12
Практические занятия	24	24
Лабораторные работы	12	12
Самостоятельная работа (всего)	96	96
Подготовка к контрольным работам	12	12
Оформление отчетов по лабораторным работам	14	14

Проработка лекционного материала	16	16
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	36	36
Всего (без экзамена)	144	144
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Введение	2	0	0	2	4	ПК-5
2 Классификация и общие характеристики методов и приборов управления оптическим излучением	2	4	0	14	20	ПК-2, ПК-5, ПК-6
3 Распространение оптического излучения в анизотропных средах	2	8	4	34	48	ПК-2, ПК-5, ПК-6
4 Электрооптические методы и приборы управления оптическим излучением	2	6	4	14	26	ПК-2, ПК-5, ПК-6
5 Акустооптические методы и приборы управления оптическим излучением	2	6	4	12	24	ПК-2, ПК-5, ПК-6
6 Магнитооптические методы и приборы управления оптическим излучением	2	0	0	20	22	ПК-2, ПК-5, ПК-6
Итого за семестр	12	24	12	96	126	
Итого	12	24	12	78	126	

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Введение	Предмет дисциплины «Методы управления оптическим излучением» и ее задачи. Связь дисциплины с другими разделами физики, квантовой электроники и фотоники. Содержание курса. История развития методов управления оптическим излучением	2	ПК-5

	нием и приборов, реализующих указанные методы.		
	Итого	2	
2 Классификация и общие характеристики методов и приборов управления оптическим излучением	Свойства оптического излучения. Распространение оптического излучения в однородных и неоднородных средах. Классификация методов управления оптическим излучением и приборов, реализующих указанные методы. Особенности и характеристики методов управления оптическим излучением.	2	ПК-5
	Итого	2	
3 Распространение оптического излучения в анизотропных средах	Диэлектрический тензор анизотропной среды. Распространение и свойства плоских волн в анизотропных средах. Фазовая и групповая скорость. Классификация анизотропных сред. Распространение света в одноосных и двуосных кристаллах. Оптическая активность. Искусственная анизотропия: эффекты Поггеля и Фарадея, квадратичный электрооптический эффект и фотоупругость.	2	ПК-2
	Итого	2	
4 Электрооптические методы и приборы управления оптическим излучением	Методы и приборы управления оптическим излучением на основе электрооптического эффекта. Непрерывные электрооптические дефлекторы. Методы и приборы дискретного отклонения оптического излучения на основе электрооптического эффекта. Поляризационные переключатели. Планарные электрооптические дефлекторы.	2	ПК-2, ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
5 Акустооптические методы и приборы управления оптическим излучением	Объемные акустические объемные волны в твердых телах. Дифракция света на упругих волнах. Брэгговские дефлекторы. Ультразвуковые рефракционные дефлекторы. Дифракция волноводных оптических волн на поверхностных акустических волнах. Планарные акустооптические дефлекторы.	2	ПК-2, ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
6 Магнитооптические методы и приборы управления оптическим излучением	Теория магнитооптических эффектов. Эффект Фарадея. Эффект Коттона-Мутона. Магнитооптические свойства ферромагнетиков. Магнитооптические методы и приборы управления оптическим излучением.	2	ПК-2, ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		12	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 Интегральная фотоника	+	+	+			
2 Математические методы компьютерных технологий в научных исследованиях			+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+
2 Преддипломная практика		+	+	+	+	+

#### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию
ПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию
ПК-6	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию

#### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

#### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>3 семестр</b>			
3 Распространение оптического излучения в анизотропных средах	Отражение световых пучков от плоской границы раздела «воздух – диэлектрическая среда»	4	ПК-2, ПК- 5, ПК-6
	Итого	4	
4 Электрооптические методы и приборы управления оптическим излучением	Электрооптический модулятор лазерного излу- чения	4	ПК-2, ПК- 5, ПК-6
	Итого	4	
5 Акустооптические методы и приборы управления оптическим излучением	Акустооптический модулятор лазерного излучения	4	ПК-2, ПК- 5, ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

### 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>3 семестр</b>			
2 Классификация и общие характеристики методов и приборов управления оптическим излучением	Свойства оптического излучения. Распростра- нение оптического излучения в однородных и неод- нородных средах. Классификация методов управ- ления оптическим излучением и приборов, реали- зующих указанные методы. Особенности и харак- теристики методов управления оптическим излу- чением.	4	ПК-2, ПК- 6
	Итого	4	
3 Распространение оптического излучения в анизотропных средах	Диэлектрический тензор анизотропной среды. Рас- пространение и свойства плоских волн в анизо- тропных средах. Фазовая и групповая скорость. Классификация анизотропных сред. Распростра- нение света в одноосных и двуосных кристаллах. Оптическая активность. Искусственная анизотро- пия: эффекты Погкельса и Фарадея, квадратичный электрооптический эффект и фотоупругость.	8	ПК-2, ПК- 5
	Итого	8	
4 Электрооптические методы и приборы	Методы и приборы управления оптическим излу- чением на основе электрооптического эффекта.	6	ПК-2, ПК- 5, ПК-6

управления оптическим излучением	Непрерывные электрооптические дефлекторы. Методы и приборы дискретного отклонения оптического излучения на основе электрооптического эффекта. Поляризационные переключатели. Планарные электрооптические дефлекторы.		
	Итого	6	
5 Акустооптические методы и приборы управления оптическим излучением	Объемные акустические объемные волны в твердых телах. Дифракция света на упругих волнах. Брэгговские дефлекторы. Ультразвуковые рефракционные дефлекторы. Дифракция волноводных оптических волн на поверхностных акустических волнах. Планарные акустооптические дефлекторы.	6	ПК-2, ПК-5, ПК-6
	Итого	6	
Итого за семестр		24	

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	2	ПК-5	Тест
	Итого	2		
2 Классификация и общие характеристики методов и приборов управления оптическим излучением	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-2, ПК-6, ПК-5	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	14		
3 Распространение оптического излучения в анизотропных средах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-2, ПК-5, ПК-6	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Подготовка к контрольным работам	12		
	Итого	34		
4 Электрооптические методы и приборы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-2, ПК-5,	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной ра-



управления оптическим излучением	рам		ПК-6	боте, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	14		
5 Акустооптические методы и приборы управления оптическим излучением	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-2, ПК-5, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
6 Магнитооптические методы и приборы управления оптическим излучением	Проработка лекционного материала	2	ПК-2, ПК-5, ПК-6	Зачет, Опрос на занятиях, Реферат, Тест
	Подготовка и сдача зачета	18		
	Итого	20		
Итого за семестр		78		
Итого		96		

### 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Зачет			20	20
Контрольная работа	10			10
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Отчет по лабораторной работе		5	5	10
Отчет по практическому занятию	10	10	10	30
Реферат			6	6
Тест	4	4	4	12
Итого максимум за период	28	23	49	100
Нарастающим итогом	28	51	100	100

## 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

## 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
65 - 69	E (посредственно)	
3 (удовлетворительно) (зачтено)		60 - 64
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Розеншер Э. Оптоэлектроника : Пер. с фр. / Э. Розеншер, Б. Винтер ; ред. пер. О. Н. Ермаков. - М. : Техносфера, 2006. - 588 с. : (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)
2. А.Н. Пихтин. Квантовая и оптическая электроника [Текст] : учебник для вузов / А. Н. Пихтин. - М. : Абрис, 2012. - 656 с.: (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)
3. Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов. / М.М. Мирошников. – 3-е изд., испр. - СПб [Электронный ресурс]: Издательство «Лань», 2010. –704с. ISBN 978-5-8114-1036-1. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=597](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=597) (дата обращения: 31.07.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Ярив А. Оптические волны в кристаллах / А. Ярив, П. Юх. – М.: Мир, 1987. – 616 с.: (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
2. Заказов Н.П., Кирюшин С.И., Кузичев В.И. Теория оптических систем [Электронный ресурс]: Учебное пособие. 4-е изд., стер. – СПб. Издательство «Лань», 2008. – 448 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=147](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=147) (дата обращения: 31.07.2018).

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Приборы и методы управления оптическим излучением [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / Н. И. Буримов, С. М. Шандаров - 2018. 45 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8484> (дата обращения: 31.07.2018).
2. Акустооптический модулятор лазерного излучения [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2018. 11 с.

- Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8053> (дата обращения: 31.07.2018).

3. Отражение световых пучков от плоской границы раздела «воздух – диэлектрическая среда» [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе для студентов направлений подготовки «Фотоника и оптоинформатика» и «Электроника и наноэлектроника» / С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2013. 19 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3494> (дата обращения: 31.07.2018).

4. Электрооптический модулятор лазерного излучения [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2018. 14 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8056> (дата обращения: 31.07.2018).

### **12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

#### **Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

#### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### **Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 511 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор 3COM OFFICE CONNECT;
- Монитор 17" 0.20 SyncMaster 763MB TCO99;
- Компьютер CELERON (8 шт.);
- Монитор 17" 0,24 SAMSUNG SyncMASTER N 753 DFX;
- Компьютер WS1 (7 шт.);
- Компьютер WS2;
- Монитор 17" (8 шт.);

- ПЭВМ;
  - Офисный системный блок (2 шт.);
  - ПЭВМ INTEL PENTIUM 4 d845 GBV HUB P4 1,7GHz, сервер PENTIUM 3;
  - Доска магнитно-маркерная;
  - Помещение для хранения учебного оборудования;
  - Комплект специализированной учебной мебели;
  - Рабочее место преподавателя.
- Программное обеспечение:
- OpenOffice

### **13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 111 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Учебный стенд «Оптика» (2 шт.);
- Осциллограф С 1-93;
- Источник питания ТВ-1;
- Источник питания Б5-43;
- Генератор импульсов Г5-54 (3 шт.);
- Генератор импульсов Г5-56;
- Вольтметр В7-78/1;
- Мультиметр FLUKE 8845A;
- Осциллограф ТЕКТРОНИХ TDS 2012С;
- Источник питания Mastech NY 3002D-2;
- Лабораторные стенды: «Электрооптический эффект» (2 шт.), «Фазовый портрет»;
- Компьютер (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- OpenOffice

### **13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## **14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### **14.1.1. Тестовые задания**

1. К оптическому диапазону относят излучение с длинами волн от:
  - а) 1 мм до 1 нм;
  - б) 10 м до 0,3 мм;
  - в) 100 км до 0,1 мм;
  - г) 1 мм до 0,1 мм;
  - д) 10 см до 1 см.
2. Когерентностью называют:
  - а) способность световых волн распространяться в прозрачных средах;
  - б) зависимость фазовой скорости световых волн в среде от длины волны;
  - в) способность световых волн распространяться в вакууме;
  - г) зависимость фазовой скорости световых волн в кристаллах от их поляризации;
  - д) согласованное протекание во времени нескольких волновых процессов или свойство, отражающее стабильность фазы одной или нескольких электромагнитных волн.
3. Какова основная функция дефлектора:
  - а) управление направлением распространения оптического излучения;
  - б) усиление оптического излучения;
  - в) фокусировка оптического излучения;
  - г) генерация оптического излучения;
  - д) поглощение оптического излучения.
4. Разрешающая способность дефлектора это:
  - а) число периодов колебаний светового луча при его пространственном перемещении за 1 секунду;
  - б) скорость изменения пространственного положения луча при его переходе с одного элемента разрешения на другой;
  - в) диапазон длин волн оптического излучения в котором работает дефлектор;
  - г) число разрешимых направлений луча, укладываемых в пределах угла отклонения.
5. Какая среда является анизотропной:
  - а) свойства среды в различных направлениях внутри этой среды различны;
  - б) свойства среды в различных направлениях внутри этой среды одинаковы;

- в) свойства среды изменяются вдоль выделенного направления внутри этой среды;
- г) свойства среды изменяются во времени вдоль выделенного направления внутри этой среды.
6. Геометрическое место точек, в которых фаза волны остается постоянной называют:
- а) фазовой скоростью волны;
  - б) фазовым или волновым фронтом;
  - в) эквипотенциальной поверхностью волны;
  - г) плоскостью поляризации волны;
  - д) поверхностью волновой нормали.
7. Частотная дисперсия света это:
- а) зависимость фазовой скорости световых волн в кристаллах от их поляризации;
  - б) вращение плоскости поляризации световой волны;
  - в) перераспределение интенсивности света в результате наложения (суперпозиции) нескольких световых волн;
  - г) совокупность явлений, обусловленных зависимостью абсолютного показателя преломления вещества от длины волны света.
8. Линейный электрооптический эффект Поккельса наблюдается в:
- а) кристаллах, не обладающих центром симметрии;
  - б) центросимметричных кристаллах;
  - в) изотропных телах;
  - г) проводниках.
9. Обратный пьезоэлектрический эффект описывается:
- а) вектором;
  - б) тензором второго ранга;
  - в) тензором третьего ранга;
  - г) тензором четвертого ранга.
10. Тензор упругих постоянных это:
- а) тензор второго ранга;
  - в) тензор третьего ранга;
  - г) тензор четвертого ранга;
  - д) скалярная величина
11. Фотоупругий эффект описывается:
- а) вектором;
  - б) тензором второго ранга;
  - в) тензором третьего ранга;
  - г) тензором четвертого ранга.
12. Электрооптические методы управления оптическим излучением основаны на:
- а) использовании дифракции света на бегущих акустических волнах;
  - б) использовании дифракции света на бегущих акустических волнах в планарных волноводах;
  - в) использовании эффектов, связанных с изменениями оптических индикатрис кристаллов, обладающих электрооптическим эффектом под воздействием электрического поля;
  - г) использовании эффектов, связанных с перераспределением интенсивности света в результате наложения (суперпозиции) нескольких световых волн.
13. Диэлектрическая проницаемость оптически анизотропной среды описывается:
- а) скалярной величиной;
  - б) тензором первого ранга;
  - в) тензором второго ранга;
  - г) тензором третьего ранга.
14. Частота сканирования электрооптического дефлектора
- а) число периодов колебаний светового луча при его пространственном перемещении за 1 секунду;
  - б) скорость изменения пространственного положения луча при его переходе с одного элемента разрешения на другой;

- в) диапазон длин волн оптического излучения, в котором работает дефлектор;
- г) число разрешимых направлений луча, укладываемых в пределах угла отклонения.

15. В основе акустооптических методов управления оптическим излучением лежит

- а) явление изменения показателя преломления оптически прозрачных фотоупругих сред под воздействием возбуждаемых в них акустических волн;
- б) явление изменения показателя преломления от температуры;
- в) явление изменения оптических индикатрис кристаллов, обладающих электрооптическим эффектом под воздействием электрического поля;
- г) использование эффектов, связанных с перераспределением интенсивности света в результате наложения (суперпозиции) нескольких световых волн

16. В планарном волноводе показатель преломления волноводного слоя:

- а) не должен превышать показатели преломления как для подложки, так и для покровной среды;
- б) должен быть равным показателю преломления покровной среды и превышать показатель преломления подложки;
- в) должен быть равным показателю преломления подложки и превышать показатель преломления покровной среды;
- г) должен превышать показатели преломления подложки и покровной среды.

17. Вектор поляризации продольной объемной акустической волны:

- а) ортогонален направлению распространения продольной акустической волны;
- б) совпадает с вектором поляризации поперечной акустической волны;
- в) имеет направление, противоположное направлению распространения продольной акустической волны;
- г) совпадает с направлением распространения продольной акустической волны.

18. При аномальной дифракции Брэгга векторы поляризации падающей и дифрагированной световых волн:

- а) ортогональны;
- б) коллинеарны;
- в) имеют противоположное направление;
- г) совпадают с направлением распространения акустической волны.

19. Амплитуда поверхностной акустической волны:

- а) не изменяется при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла;
- б) возрастает при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла;
- в) убывает при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла;
- г) изменяется по синусоидальному закону при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла.

20. Магнитооптический эффект Керра заключается в том, что:

- а) при прохождении линейно поляризованной световой волны через намагниченный материал наблюдается вращение плоскости поляризации световой волны, и световая волна становится эллиптически поляризованной;
- б) при отражении линейно поляризованной световой волны от поверхности намагниченного материала наблюдается вращение плоскости поляризации световой волны, и световая волна становится эллиптически поляризованной;
- в) при прохождении линейно поляризованной световой волны через немагнитный материал наблюдается вращение плоскости поляризации световой волны, и световая волна становится эллиптически поляризованной;
- г) при отражении неполяризованной световой волны от поверхности намагниченного материала наблюдается вращение плоскости поляризации световой волны, и световая волна становится эллиптически поляризованной.

#### 14.1.2. Темы опросов на занятиях

Классификация и общие характеристики методов и приборов управления оптическим излучением

Распространение оптического излучения в анизотропных средах

Электрооптические методы и приборы управления оптическим излучением

### 14.1.3. Зачёт

1. Дайте определения основных параметров оптического излучения.
2. Какое световое поле называют поляризованным, а какое неполяризованным?
3. Чем отличаются волны с линейной, эллиптической и круговой (левой и правой) поляризациями?
4. Дайте определение понятию «когерентное излучение». Чем отличается «пространственная» когерентность от «временной»?
5. Дайте определение понятиям «однородная среда» и «неоднородная среда». Приведите примеры неоднородных сред.
6. Дайте определение показателя преломления среды.
7. Какие среды являются наиболее перспективными для приборов управления оптическим излучением?
8. Какие признаки лежат в основе классификации методов управления оптическим излучением
9. Перечислите типы и основные характеристики методов управления оптическим излучением.
10. Какие устройства называются «дефлекторами», почему?
11. Что такое разрешающая способность дефлектора?
12. Какова связь полосы пропускания дефлектора и его быстродействия?
13. Тензорами какого ранга описываются диэлектрическая и магнитная проницаемости и проводимость среды?
14. Как можно записать тензор второго ранга для кубических кристаллов?
15. Какой вид имеет тензор второго ранга в одноосных кристаллах?
16. С каким явлением связана дисперсия диэлектрической проницаемости прозрачных сред на оптических частотах?
17. С чем связано явление пространственной дисперсии диэлектрической проницаемости прозрачных сред на оптических частотах?
18. Каковы характерные особенности распространения плоских световых волн в оптически неактивных изотропных средах?
19. В чем заключается явление естественной оптической активности при распространении световых волн в гиротропных оптически изотропных средах?
20. Что такое циркулярное двулучепреломление?
21. Каковы свойства собственных (нормальных) волн среды?
22. Чем отличаются друг от друга обыкновенные и необыкновенные световые волны в одноосных кристаллах?
23. Как ориентирован вектор поляризации обыкновенной световой волны в одноосном кристалле?
24. Как ориентирован вектор поляризации необыкновенной световой волны в одноосном кристалле?
25. В чем суть явления «линейный электрооптический эффект Поккельса»? В каких кристаллах он наблюдается?
26. В чем суть явления «квадратичный электрооптический эффект Керра»?
27. В чем суть явления «фотоупругий эффект»? Тензором какого ранга он описывается?
28. Какое явление лежит в основе электрооптических методов управления оптическим излучением?
29. Как можно записать тензор второго ранга для кубических кристаллов?
30. Запишите тензор диэлектрической проницаемости для кристаллов класса симметрии  $3m$ .
31. Запишите тензор диэлектрической проницаемости для кристаллов класса симметрии  $mm2$ .
32. Запишите уравнение для световых волн в среде с линейным двулучепреломлением при однородном внешнем поле.
33. Как проявляется совместный вклад линейного электрооптического и фотоупругого эф-



фактов на электрооптические параметры кристаллов.

34. Перечислите электрооптические методы непрерывного отклонения оптического луча?
35. Перечислите методы дискретного отклонения оптического луча и виды поляризационных переключателей.
36. Дайте определение термину «полуволновое напряжение»
37. Опишите принцип работы амплитудного и фазового электрооптических модуляторов.
38. Перечислите характеристики монокристалла титанил-фосфата калия ( $\text{KTiOPO}_4$ ), необходимые для расчета электрооптических переключателей.
39. Перечислите характеристики монокристалла ниобата лития ( $\text{LiNbO}_3$ ), необходимые для расчета электрооптических переключателей.
40. На каких физических явлениях основано применение акустооптических модуляторов в качестве дефлекторов?
41. Запишите условия синхронизма при акустооптическом взаимодействии и поясните их физический смысл.
42. В чем особенности дифракции Рамана-Ната и Брэгга?
43. Нарисуйте диаграмму волновых векторов для дифракции Брэгга в изотропной среде; выведите на её основе соотношение для угла Брэгга.
44. Что такое аномальная (анизотропная) дифракция? В каких средах она наблюдается?
45. Что такое коллинеарная дифракция, для чего она может быть использована?
46. Запишите уравнения связанных волн, описывающие дифракцию света на монохроматической акустической волне; поясните их физический смысл.
47. Что характеризует коэффициент акустооптического качества среды  $M_2^2$ ?
48. В чем заключается способ автоподстройки угла Брэгга фазированными преобразователями акустических волн? Как его можно реализовать?
49. Нарисуйте диаграмму волновых векторов для анизотропной дифракции Брэгга с широкополосной геометрией в одноосном кристалле.
50. Запишите уравнения связанных волн, описывающих изотропную брэгговскую дифракцию света на акустических волнах. Поясните все обозначения.
51. Нарисуйте примерную схему одноканального акустооптического дефлектора. Поясните назначение его элементов и основные принципы функционирования.
52. Чем отличаются магнитооптические эффекты первого и второго порядка?
53. В чем суть явления «эффект Фарадея»?
54. Перечислите магнитооптические эффекты Керра, поясните их физическую сущность.
55. Какой вид имеет тензор диэлектрической проницаемости изотропной ферромагнитной среды, помещенной в магнитное поле, направленное вдоль оси  $OZ$ ?
56. Дайте определение вектора гирации.
57. Какой вид имеют тензоры диэлектрической и магнитной проницаемости ферромагнитных материалов, помещенных в магнитное поле, направленное вдоль оси  $OZ$ ?
58. Перечислите материалы, перспективные для использования в магнитооптических приборах управления оптическим излучением.
59. Нарисуйте схему фарадеевского магнитооптического модулятора света, поясните принцип его работы.
60. Нарисуйте схему СВЧ-фарадеевского магнитооптического модулятора света, поясните принцип его работы.

#### 14.1.4. Темы рефератов

1. Пространственная дисперсия оптического излучения в анизотропных средах
2. Электрооптические методы управления оптическим излучением в волноводных структурах.
3. Поверхностные акустические волны в твердых телах.
4. Ультразвуковые рефракционные дефлекторы.
5. Магнитооптические эффекты Керра.
6. Приборы и методы управления оптическим излучением на основе магнитооптических эффектов Керра.

### 14.1.5. Темы контрольных работ

Распространение оптического излучения в анизотропных средах

#### 14.1.6. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Свойства оптического излучения. Распространение оптического излучения в однородных и неоднородных средах. Классификация методов управления оптическим излучением и приборов, реализующих указанные методы. Особенности и характеристики методов управления оптическим излучением.

Диэлектрический тензор анизотропной среды. Распространение и свойства плоских волн в анизотропных средах. Фазовая и групповая скорость. Классификация анизотропных сред. Распространение света в одноосных и двуосных кристаллах. Оптическая активность. Искусственная анизотропия: эффекты Поккельса и Фарадея, квадратичный электрооптический эффект и фотоупругость.

Методы и приборы управления оптическим излучением на основе электрооптического эффекта. Непрерывные электрооптические дефлекторы. Методы и приборы дискретного отклонения оптического излучения на основе электрооптического эффекта. Поляризационные переключатели. Планарные электрооптические дефлекторы.

Объемные акустические объемные волны в твердых телах. Дифракция света на упругих волнах. Брэгговские дефлекторы. Ультразвуковые рефракционные дефлекторы. Дифракция волноводных оптических волн на поверхностных акустических волнах. Планарные акустооптические дефлекторы.

#### 14.1.7. Темы лабораторных работ

Отражение световых пучков от плоской границы раздела «воздух – диэлектрическая среда»

Электрооптический модулятор лазерного излучения

Акустооптический модулятор лазерного излучения

### 14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

### 14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;

- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.