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
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Динамическая голография

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	Практические занятия	38	38	часов
2	Лабораторные работы	8	8	часов
3	Всего аудиторных занятий	46	46	часов
4	Самостоятельная работа	62	62	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 27952

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 66 от «20» 4 2018 г.

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:

Старший преподаватель Кафедра электронных приборов (ЭП) _____ С. С. Шмаков

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 тусур, каф. ЭП _____ Л. Н. Орликов

Доцент кафедры электронных приборов (ЭП) _____ А. И. Аксенов

Согласована на портале № 27952

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Научить студентов проектировать оптические схемы для записи голограмм различных типов, уметь выбирать регистрирующую среду и механизм голографической записи для предлагаемого голографического устройства

1.2. Задачи дисциплины

- изучение основ применения голографических методов;
- изучение основных характеристик голограмм;
- изучение техники применяемой в голографическом эксперименте;
- изучение условий голографической записи в электрооптических кристаллах;
- изучение современных голографических приборов, основанных на электрооптических кристаллах;
- освоение соответствующих компетенций в области динамической голографии.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Динамическая голография» (Б1.В.ОД.1.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов, Фоторефрактивная и нелинейная оптика.

Последующими дисциплинами являются: Методы управления оптическим излучением, Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки;
- ПК-7 способностью применять современные методики исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов, методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов;
- ПК-8 способностью разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** характеристики голограмм; характеристики регистрирующих голографических сред; свойства нелинейных кристаллов и особенности распространения световых волн в них; условия записи голограмм в фоторефрактивных кристаллах.
- **уметь** проектировать голографические приборы на основе нелинейных кристаллов
- **владеть** основными методами, применяемыми в голографии

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)	46	46
Практические занятия	38	38
Лабораторные работы	8	8
Самостоятельная работа (всего)	62	62
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	8
Проработка лекционного материала	36	36

Согласована на портале № 27952

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
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	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр					
1 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах	8	0	12	20	ОПК-1, ПК-7, ПК-8
2 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы	4	0	12	16	ОПК-1, ПК-8
3 Условия голографической записи	12	0	14	26	ОПК-1, ПК-8
4 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах	14	8	24	46	ОПК-1, ПК-7, ПК-8
Итого за семестр	38	8	62	108	
Итого	38	8	62	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Не предусмотрено РУП.

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
Предшествующие дисциплины				
1 Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов	+	+	+	+
2 Фоторефрактивная и нелинейная оптика	+	+		+
Последующие дисциплины				
1 Методы управления оптическим излучением			+	+
2 Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики	+	+		

Согласована на портале № 27952

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
	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-7		+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-8	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

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
3 семестр			
4 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах	Адаптивный голографический интерферометр	4	ОПК-1, ПК-7, ПК-8
	Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		8	

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
3 семестр			

Согласована на портале № 27952

1 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах	Диффузия и дрейф электронов во внешнем постоянном поле. Формирование поля пространственного заряда. Насыщение поля пространственного заряда	8	ОПК-1, ПК-8
	Итого	8	
2 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы	Уравнение для поля пространственного заряда в приближении малого контраста интерференционной картины	4	ОПК-1, ПК-8
	Итого	4	
3 Условия голографической записи	Диффузионный и дрейфовый механизм записи во внешнем постоянном поле. Фотовольтаический механизм записи. Амплитуда голограммы при стационарных механизмах записи	12	ОПК-1, ПК-8
	Итого	12	
4 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах	Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. Уравнения связанных волн. Самодифракция световых волн на фоторефрактивной решетке при чисто нелокальном отклике. Приближение неистощаемой накачки.	14	ОПК-1, ПК-8
	Итого	14	
Итого за семестр		38	

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 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах	Проработка лекционного материала	8	ОПК-1, ПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
2 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-1, ПК-8	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
3 Условия голографической записи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-1, ПК-8	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного	4		

Согласована на портале № 27952

	материала			
	Итого	14		
4 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах	Проработка лекционного материала	12	ОПК-1, ПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	24		
Итого за семестр		62		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		98		

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				
Конспект самоподготовки	10	10	5	25
Опрос на занятиях	10	10	5	25
Тест	10	10		20
Итого максимум за период	30	30	10	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	30	60	70	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

Согласована на портале № 27952

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)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Киселев Г.Л. Квантовая и оптическая электроника: Учебное пособие. 2 е изд., испр. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2011. — 320 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). ISBN 978-5-8114-1114-6 [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=627 (дата обращения: 01.07.2018).

2. Бутиков Е.И. Оптика: Учебное пособие. 3 е изд., доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2012. — 608 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). ISBN 978-5-8114-1190-0 [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2764 (дата обращения: 01.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Шандаров С.М., Шандаров В.М., Мандель А.Е., Буримов Н.И. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах. -Томск.: ТУСУР, 2007. – 241 с ISBN 978-5-86889-426-8. (наличие в библиотеке ТУСУР - 64 экз.)

2. Шандаров В. М. Основы физической и квантовой оптики: учебное пособие для вузов. - Томск.: ТУСУР, 2005. – 258 с. ISBN 5-86889-228-3. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

3. Взаимодействие световых волн на отражательных голографических решетках в кубических фоторефрактивных кристаллах: сборник статей / Е. Ю. Агеев [и др.]. Т: ТУСУР, 2007. – 99 с. ISBN 978-5-86889-464-0. (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.)

4. Литвинов Р.В. Фоторефрактивные голограммы в нецентросимметричных кристаллах. Т.: из-во томского университета, 2007. – 496 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)

5. Шандаров С.М. Буримов Н.И. Фоторефрактивная и нелинейная оптика: учебное методическое пособие. Томск.: ТУСУР, 2007. – 39 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.)

6. Гейко П. П. Прикладная нелинейная оптика: учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2007. – 109 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.)

7. Гейко П. П. Взаимодействие оптического излучения с веществом: учебное пособие. Т: ТУСУР, 2007. – 151 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 88 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Динамическая голография: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе для студентов направления 11.04.04 (210100.68) «Электроника и наноэлектроника» / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2015. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5947 (дата обращения: 01.07.2018).

2. Методы динамической голографии: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2012. 37 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1110 (дата обращения: 01.07.2018).

Согласована на портале № 27952

3. Адаптивный голографический интерферометр: Методические указания к лабораторным работам / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2012. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1503 (дата обращения: 01.07.2018).

4. Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления: Методические указания к лабораторным работам / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2012. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1501 (дата обращения: 01.07.2018).

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 использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть 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 практических занятий

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Согласована на портале № 27952

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. 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:

Согласована на портале № 27952

14.1.1. Тестовые задания

1. К чему приводит локальная компонента фоторефрактивного отклика?

1) К изменению интенсивности сигнальной волны при взаимодействии с опорной на голограмме

2) К усилению слабого сигнального пучка по интенсивности

3) К изменению фазы сигнальной волны при взаимодействии с опорной на голограмме

4) К усилению опорного пучка по интенсивности

2. Что такое динамическая голография?

1) Метод регистрации и обработки интерференционных полос электронным устройством

2) Голография, в которой рассматриваются преобразования когерентных волн, происходящие в самом процессе их записи

3) Голография, в которой процесс записи приводит к возникновению в регистрирующей среде скрытого изображения, не влияющего на записывающие пучки

4) Метод регистрации движущихся объектов

3. К чему приводит нелокальная компонента фоторефрактивного отклика?

1) К изменению интенсивности сигнальной волны при взаимодействии с опорной на голограмме

2) К изменению фазы опорной волны при взаимодействии с опорной на голограмме

3) К изменению фазы сигнальной волны при взаимодействии с опорной на голограмме

4) К усилению опорного пучка по интенсивности

4. В чем заключается фоторефрактивный эффект?

1) В изменении упругих констант оптической среды под действием света

2) В изменении коэффициента поглощения оптической среды под действием самого света

3) В изменении показателя преломления света оптической среды под действием самого света

4) В изменении фазового сдвига световой волны при прохождении света через оптическую среду

5. Какое взаимодействие называют попутными?

1) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами

2) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых противоположны

3) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых одинаковы

4) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной только плоскими световыми волнами

6. Какое взаимодействие называется встречным?

1) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых одинаковы

2) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной только плоскими световыми волнами

3) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами

4) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых противоположны

7. В чем заключается явление самодифракции пучков?

1) В изменении только амплитуд взаимодействующих на голограмме световых волн

2) В изменении амплитуд и фаз взаимодействующих на голограмме световых волн

3) В изменении только фаз взаимодействующих на голограмме световых волн

4) В изменении интенсивности прошедшего пучка

8. Что характеризует экспоненциальный коэффициент двухпучкового усиления ФРК?

1) Характеризует оптический кристалл

2) Характеризует перекачку фазы из опорного пучка в сигнальный

3) Характеризует локальную компоненту фоторефрактивного отклика

Согласована на портале № 27952

4) Характеризует усиление слабого сигнального пучка по интенсивности

9. Когда будет происходить перекачка фазы из одной волны в другую?

1) Когда голограмма синфазна или противофазна с интерференционной картинной

2) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна четверти периоду голограммы

3) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна $\pm\pi/2$

4) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна периоду голограммы

10. При каком условии происходит перекачка энергии из одной волны в другую?

1) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна периоду голограммы

2) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна 0 или π

3) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна четверти периоду голограммы

4) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна $\pm\pi/2$

11. За счет чего происходят изменения интенсивности волн, формирующих голограмму?

1) За счет приложения к кристаллу постоянного внешнего напряжения

2) За счет приложения к кристаллу знакопеременного внешнего напряжения

3) За счет явления перекачки энергии и фазы

4) За счет однородной засветки кристалла

12. В чем состоит эффект Керра?

1) В изменении значения показателя преломления оптического материала пропорционально квадрату напряжённости приложенного электрического поля

2) В изменении значения показателя поглощения оптического материала пропорционально квадрату напряжённости приложенного электрического поля

3) В изменении значения показателя поглощения оптического материала пропорционально напряжённости приложенного электрического поля

4) В изменении значения показателя преломления оптического материала пропорционально напряжённости приложенного электрического поля

13. В чем заключается эффект Поккельса?

1) В изменении показателя преломления света в кристалле под действием электрического поля

2) В изменении коэффициента поглощения света в кристалле под действием электрического поля

3) В изменении пьезоэлектрических коэффициентов под действием электрического поля

4) В изменении упругих коэффициентов под действием электрического поля

14. Какие голограммы называются отражательными?

1) Любые амплитудные и фазовые голограммы

2) Голограмма, сформированная световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых одинаковы

3) Только фазовые голограммы

4) Голограмма, сформированная световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых противоположны

15. Какие голограммы называют пропускающими?

1) Голограмма, сформированная световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых одинаковы

2) Любая амплитудная голограмма называется пропускающей

3) Голограмма, сформированная световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых противоположны

4) Только фазовые голограммы являются пропускающими

16. Какие голограммы называют фазовыми?

Согласована на портале № 27952

1) голограмма, полученная в регистрирующей среде, в которой под воздействием интерференционного поля произошли изменения показателя преломления или толщины материала

2) голограмма, полученная в регистрирующей среде, в которой под воздействием интерференционного поля произошли изменения коэффициента поглощения

3) голограмма при прохождении световой волны через которую изменяется амплитуда прошедшей световой волны

4) голограмма при прохождении световой волны через которую изменяется амплитуда прошедшей световой волны и толщина регистрирующего слоя

17. Какие голограммы называют амплитудными?

1) голограмма при прохождении световой волны через которую амплитуда этой волны не изменяется

2) голограмма, полученная в регистрирующей среде, в которой под воздействием интерференционного поля произошли изменения показателя преломления или толщины материала

3) голограмма, полученная в регистрирующей среде, в которой под воздействием интерференционного поля произошли изменения коэффициента поглощения

4) голограмма при прохождении световой волны через которую амплитуда этой волны не изменяется, а изменяется только толщина регистрирующего слоя

18. Какие голограммы называют объемными?

1) Для которых критерий $1 < Q < 10$

2) Для которых критерий $Q > 10$

3) Для которых критерий $Q < 1$

4) Для которых критерий $Q < 0$

19. Для чего используются приближения малых контрастов интерференционной картины при анализе процесса голографической записи?

1) Для получения первой гармоники поля пространственного заряда

2) Для анализа процессов переноса заряда при формировании динамической голограммы путем линеаризации системы скоростных уравнений

3) Для описания явлений самодифракции

4) Для вывода формулы, описывающей изменения показателя преломления среды

20. Как устраняется эффект экранирования при дрейфовом механизме записи голограммы?

1) Уменьшением внешнего напряжения, подаваемого на кристалл

2) Однородной засветкой световыми пучками всего межэлектродного промежутка

3) Увеличением электродов, прикладываемых к кристаллу

4) Изменением материала электродов, прикладываемых к кристаллу

21. Какой механизм переноса заряда преобладает при приложении к кристаллу знакопеременного поля?

1) Фотовольтаический механизм

2) Дрейфовый механизм

3) Диффузионный механизм

4) Исключительно диффузионный и фотовольтаический механизмы

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Билет №1

1. Какие типы голограмм Вы знаете, и чем они отличаются друг от друга?

2. Нарисуйте энергетическую диаграмму фоторефрактивного кристалла для одноуровневой модели зонного перераспределения заряда.

3. Как реализуется схема Денисюка?

Билет №2

1. Каковы основные свойства объемных голограмм?

2. В чем заключается фоторефрактивный эффект?

3. Для какой цели к кристаллу прикладывается внешнее постоянное электрическое поле?

Билет №3

1. В чем заключается эффект Поккельса?

2. Причина возникновения пространственного заряда в кристалле?

3. За счет чего происходит модуляция показателя преломления в фоторефрактивном кри-

Согласована на портале № 27952

сталле?

Билет №4

1. От чего зависит скорость формирования голограммы в фоторефрактивном кристалле (ФРК)?

2. Как влияет на селективность голограммы-решетки изменение периода решетки?

3. Дайте определение дифракционной эффективности голограммы.

Билет №5

1. Опишите кольцевой генератор на основе двухволнового взаимодействия.

2. Чем определяется быстродействие фоторефрактивных сред?

3. Опишите явление обращения волнового фронта.

Билет № 6

1. Что такое статическая голография?

2. Что такое интерференционная картина? Что ограничивает ее размеры?

3. Будут ли интерферировать два лазерных пучка, если разность хода между ними превышает длину когерентности?

Билет № 7

1. Запишите формулы отражения Френеля.

2. Может ли быть разной угловая селективность у объемных голограмм-решеток с одинаковой толщиной?

3. Какие голограммы называют амплитудными?

Билет № 8

1. Что такое «селективность голограммы»?

2. Какие типы голограмм Вы знаете, и чем они отличаются друг от друга?

3. Дайте определение условия Брэгга.

Билет № 9

1. Возможно ли получение голограммы с ДЭ > 1?

2. Чем характеризуется «внебрэгговское» считывание голограммы?

3. Какие процессы в оптике считаются нелинейными?

Билет № 10

1. Какие голограммы называют пропускающими, какое взаимодействие называют попутными?

2. В чем заключается явление просветления оптической среды?

3. Что такое оптически активные среды?

Билет № 11

1. В каком случае обыкновенный и необыкновенный лучи распространяются в кристалле?

2. Нарисуйте энергетическую диаграмму фоторефрактивного кристалла для одноуровневой модели зонного перераспределения заряда.

3. В чем заключается фоторефрактивный эффект?

Билет № 12

1. Что такое статическая голография?

2. Что такое интерференционная картина? Что ограничивает ее размеры?

3. Будут ли интерферировать два лазерных пучка, если разность хода между ними превышает длину когерентности?

Билет № 13

1. Запишите формулы отражения Френеля.

2. Может ли быть разной угловая селективность у объемных голограмм-решеток с одинаковой толщиной?

3. Какие голограммы называют амплитудными?

Билет № 14

1. В чем заключается эффект Поккельса?

2. От чего зависит угол поворота плоскости поляризации в средах с естественной оптической активностью?

3. Чему равна вероятность фотовозбуждения одного донора в единицу времени?

Билет № 15

Согласована на портале № 27952

1. Чему равен объемный заряд в фоторефрактивном кристалле?

2. За счет чего перемещается электрон в зоне проводимости кристалла?

3. Что происходит с увеличением контраста интерференционной картины?

Билет № 16

1. Для какой цели к кристаллу прикладывается внешнее постоянное электрическое поле?

2. Какой характер имеет установление стационарного значения поля пространственного заряда при приложении к кристаллу внешнего постоянного поля?

3. Когда достигается максимум первой гармоники поля пространственного заряда при диффузионном механизме записи голограммы?

Билет № 17

1. Чему равен объемный заряд в фоторефрактивном кристалле?

2. За счет чего перемещается электрон в зоне проводимости кристалла?

3. Что происходит с увеличением контраста интерференционной картины?

Билет № 18

1. Для чего используются приближения малых контрастов интерференционной картины при анализе процесса голографической записи?

2. Какие гармоники в пространственном распределении электрического поля играют заметную роль в процессе записи голограммы при больших глубинах модуляции?

3. Каковы особенности диффузионного механизма записи фоторефрактивной решетки в приближении малых контрастов?

Билет № 19

1. Как описать формирование фоторефрактивной решетки во внешнем электрическом поле в приближении малых контрастов?

2. В чем причина возникновения пространственного заряда в кристалле?

3. Вследствие чего возникает дрейфовый ток в фоторефрактивном кристалле?

Билет № 20

1. Как направлены дрейфовый и диффузионный токи относительно друг друга?

2. Когда величина поля пространственного заряда достигает своего стационарного значения?

3. Каковы недостатки дрейфового механизма записи голограммы?

14.1.3. Вопросы на собеседование

Основы фоторефрактивного эффекта. Зонная модель фоторефрактивного кристалла. Одноуровневая модель с монополярной электронной проводимостью

Диффузия и дрейф электронов во внешнем постоянном поле.

Формирование поля пространственного заряда. Эффект насыщение поля пространственного заряда

Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах.

Уравнения связанных волн.

Самодифракция световых волн на фоторефрактивной голограмме при чисто нелокальном отклике.

Приближение неистощаемой накачки

14.1.4. Темы домашних заданий

Световые волны. Процесс записи и считывания голограммы.

Лазер и основные характеристики лазерного излучения. Вспомогательные оптические элементы голографической установки.

Дифракционная эффективность объемной фазовой голограммы.

Особенности распространения световых волн в кристаллах.

Перераспределение зарядов в кристалле.

Диффузионный механизм и дрейфовый механизм записи во внешнем постоянном поле.

Согласована на портале № 27952

Голографическая запись при синусоидальном и знакомеременном поле, приложенном к кристаллу.

Энергообмен и усиление при взаимодействии волн в кристалле.

14.1.5. Темы опросов на занятиях

Основы голографии

Техника голографического эксперимента

Амплитудные и фазовые голограммы

Дифракционная эффективность объемной фазовой голограммы

Регистрирующие среды для голографической записи

Особенности распространения световых волн в кристаллах

Перераспределение зарядов в фоторефрактивном кристалле

Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы

Стационарные условия голографической записи

Нестационарные условия голографической записи

Механизм синхронного детектирования бегущей интерференционной картины

Сравнение механизмов голографической записи для фоторефрактивных кристаллов различных типов

Энергообмен и усиление при взаимодействии волн в фоторефрактивных кристаллах

14.1.6. Вопросы на самоподготовку

Характеристики регистрирующих сред: передаточная характеристика, чувствительность, нелинейность, частотно-контрастная характеристика, разрешение, шумы.

Метод двух экспозиций. Метод голографической интерферометрии в реальном времени

Метод голографической интерферометрии с усреднением во времени

Голографическая интерферометрия с модуляцией фазы опорного пучка

Использование голографических методов для улучшения качества изображения в оптических системах

14.1.7. Темы лабораторных работ

Адаптивный голографический интерферометр

Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления

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	Тесты, письменные самостоятельные	Преимущественно письменная

Согласована на портале № 27952

слуха	работы, вопросы к зачету, контрольные работы	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.

Согласована на портале № 27952