МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Фоторефрактивная нелинейная оптика и динамическая голография

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	20	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5	Из них в интерактивной форме	30	30	часов
6	Самостоятельная работа	54	54	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12654

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 51 от «1» 7 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 2015-09-03 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

ассистент каф. ЭП _____ Шмаков С. С.

Заведующий обеспечивающей каф.
ЭП _____ Шандаров С. М.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф.
ЭП _____ Шандаров С. М.

Эксперты:

профессор ТУСУР, каф. ЭП _____ Орликов Л. Н.

Согласована на портале № 12654

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов представления о физических основах фоторефрактивного эффекта в электрооптических кристаллах и основных эффектах динамической голографии.

1.2. Задачи дисциплины

- -изучение физических основ фоторефрактивного эффекта;
- -изучение основ динамической голографии;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Фоторефрактивная нелинейная оптика и динамическая голография» (Б1.В.ОД.16) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Когерентная оптика и голография, Математика, Нелинейная оптика, Оптическая физика, Оптические методы обработки информации, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Голографические методы в фотонике и оптоинформатике.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-1 способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики;
- ПК-2 готовностью к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** - физику фоторефрактивного эффекта в электрооптических кристаллах; - эффекты динамической голографии
- **уметь** использовать эффекты динамической голографии для проектирования голографических приборов и устройств, применяемых в фотонике и оптоинформатике.
- **владеть** современными подходами разработки и эксплуатации голографических приборов и устройств, применяемых в фотонике и оптоинформатике.

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
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	20	20
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Из них в интерактивной форме	30	30
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	10	10
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	16
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	12

Согласована на портале № 12654

Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Основы когерентной оптики и голографии	2	2	0	3	7	ПК-1, ПК-2
2 Физические основы фоторефрактивного эффекта. Качественное описание основных эффектов динамической голографии	2	4	0	3	9	ПК-1, ПК-2
3 Модель зонного переноса заряда	2	0	0	1	3	ПК-1, ПК-2
4 Механизмы записи фоторефрактивных голограмм	2	4	4	7	17	ПК-1, ПК-2
5 Основы динамической голографии	2	4	8	11	25	ПК-1, ПК-2
6 Влияние пьезоэлектрического эффекта на формирование объемных голограмм	2	0	0	1	3	ПК-1, ПК-2
7 Фотоиндуцированное поглощение в кристаллах	2	0	0	1	3	ПК-1, ПК-2
8 Отражательные голографические решетки в фоторефрактивных кристаллах	2	4	0	7	13	ПК-1, ПК-2
9 Фоторефрактивные эффекты в волноводно-оптических структурах	2	0	0	1	3	ПК-1, ПК-2
10 Отдельные вопросы динамической голографии	2	0	4	19	25	ПК-1, ПК-2
Итого за семестр	20	18	16	54	108	
Итого	20	18	16	54	108	

Согласована на портале № 12654

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
7 семестр			
1 Основы когерентной оптики и голографии	Введение в дисциплину. Свет. Интерференция света. Пространственная и временная когерентность света. Дифракция света. Уравнения Максвелла.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
2 Физические основы фоторефрактивного эффекта. Качественное описание основных эффектов динамической голографии	Фоторефрактивный эффект. Пропускающая фоторефрактивная голограмма. Отражательная фоторефрактивная голограмма. Оптическая память. Оптические межсоединения в оптических нейрокомпьютерах. Усиление оптических изображений. Обращение волнового фронта. Фотоиндуцированное рассеяние света. Самообращение волнового фронта световых волн.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
3 Модель зонного переноса заряда	Одноуровневая модель зонного переноса заряда. Формирование решетки и поля пространственного заряда. Система скоростных уравнений. Приближение малых контрастов интерференционной картины	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
4 Механизмы записи фоторефрактивных голограмм	Диффузионный механизм записи. Формирование фотрефрактивной голограммы в постоянном внешнем электрическом поле. Формирование фоторефрактивной голограммы при знакопеременном внешнем электрическом поле.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
5 Основы динамической голографии	Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. Уравнение связных волн. Приближение неистощаемой накачки. Самодифракция световых волн на	2	ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 12654

	фоторефрактивной голограмме при нелокальном отклике.		
	Итого	2	
6 Влияние пьезоэлектрического эффекта на формирование объемных голограмм	Упругие поля фоторефрактивных решеток. Вклад пьезоэлектрического и фотоупругого эффектов в модуляцию диэлектрической проницаемости пьезокристаллов. Влияние пьезоэффекта на запись и считывание голограмм в кубических кристаллах	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
7 Фотоиндуцированное поглощение в кристаллах	Теоретические модели фотоиндуцированного поглощения света в фоторефрактивных кристаллах. Теоретическая модель фотоиндуцированного поглощения света в кристаллах титаната висмута при двухцветном облучении и n-типе темновой проводимости	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
8 Отражательные голографические решетки в фоторефрактивных кристаллах	Анизотропия вкладов внутримодовых и межмодовых процессов во встречное взаимодействие световых волн. Двухпучковое взаимодействие линейно поляризованных волн.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
9 Фоторефрактивные эффекты в волноводно-оптических структурах	Планарные оптические волноводы. Методы формирования оптических волноводов в электрооптических кристаллах. Распространение светового пучка в нелинейно-оптической среде. Пространственные солитоны в планарных фоторефрактивных волноводах. Эффекты самовоздействия световых пучков и пространственные солитоны в периодических фоторефрактивных волноводных структурах	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
10 Отдельные вопросы динамической голографии	Голографические интерферометры. Голографические корреляторы.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		20	

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 представ-лены в таблице 5.3.

Согласована на портале № 12654

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	7	8	9	10
Предшествующие дисциплины										
1 Когерентная оптика и голография	+				+			+	+	+
2 Математика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Нелинейная оптика					+		+		+	
4 Оптическая физика	+									
5 Оптические методы обработки информации		+								
6 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины										
1 Голографические методы в фотонике и оптоинформатике					+			+	+	+

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Собеседование, Компонент своевременности, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат

Согласована на портале № 12654

ПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Собеседование, Компонент своевременности, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
7 семестр				
Мозговой штурм			10	10
Мини-лекция	10			10
Исследовательский метод		10		10
Итого за семестр:	10	10	10	30
Итого	10	10	10	30

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
4 Механизмы записи фоторефрактивных голограмм	Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
5 Основы динамической голографии	Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов	4	ПК-1, ПК-2
	Исследование эффекта фазовой демодуляции в адаптивном голографическом интерферометре	4	
	Итого	8	
10 Отдельные вопросы динамической голографии	Адаптивный голографический интерферометр	4	ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 12654

	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Тематика практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Тематика практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Основы когерентной оптики и голографии	Свет. Интерференция света. Пространственная и временная когерентность света. Дифракция света. Уравнения Максвелла.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
2 Физические основы фоторефрактивного эффекта. Качественное описание основных эффектов динамической голографии	Фоторефрактивный эффект. Система скоростных уравнений. Приближение малых контрастов интерференционной картины	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
4 Механизмы записи фоторефрактивных голограмм	Диффузионный механизм записи. Формирование фотрефрактивной голограммы в постоянном внешнем электрическом поле. Формирование фоторефрактивной голограммы при знакопеременном внешнем электрическом поле.	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
5 Основы динамической голографии	Уравнение связных волн. Приближение неистощаемой накачки.Двухпучковое взаимодействие линейно поляризованных волн	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
8 Отражательные голографические решетки в фоторефрактивных кристаллах	Диффузионный механизм записи. Формирование фотрефрактивной голограммы в постоянном внешнем электрическом поле. Формирование фоторефрактивной голограммы при знакопеременном внешнем электрическом поле. Уравнение связных волн. Приближение неистощаемой накачки. Двухпучковое взаимодействие линейно поляризованных волн	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

Согласована на портале № 12654

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
7 семестр				
1 Основы когерентной оптики и голографии	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-2	Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
2 Физические основы фоторефрактивного эффекта. Качественное описание основных эффектов динамической голографии	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-2	Домашнее задание, Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
3 Модель зонного переноса заряда	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Домашнее задание, Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Итого	1		
4 Механизмы записи фоторефрактивных голограмм	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-2	Домашнее задание, Защита отчета, Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	7		
5 Основы динамической голографии	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-2	Домашнее задание, Защита отчета, Компонент своевременности, Конспект
	Проработка лекционного материала	1		

Согласована на портале № 12654

	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	11		
6 Влияние пьезоэлектрического эффекта на формирование объемных голограмм	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	1		
7 Фотоиндуцированное поглощение в кристаллах	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	1		
8 Отражательные голографические решетки в фоторефрактивных кристаллах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-2	Домашнее задание, Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Реферат, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
9 Фоторефрактивные эффекты в волноводно-оптических структурах	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	1		
10 Отдельные вопросы динамической голографии	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-1, ПК-2	Домашнее задание, Защита отчета, Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Собеседование, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	19		
Итого за семестр		54		

Согласована на портале № 12654

	Подготовка к экзамену / зачету	36		Экзамен
Итого		90		

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Характеристики регистрирующих сред: передаточная характеристика, чувствительность, нелинейность, частотно-контрастная характеристика, разрешение, шумы и т.д.
2. Галоидосеребряные фоточувствительные слои. Фотополупроводниковые термопластичные слои. Магнитные пленки. Фотохромные среды
3. Основные преимущества голографической интерферометрии
4. Метод двух экспозиций. Метод голографической интерферометрии в реальном времени
5. Метод голографической интерферометрии с усреднением во времени
6. Голографическая интерферометрия с модуляцией фазы опорного пучка
7. Использование в голографической виброинтерферометрии реверсивных сред
8. Использование голографических методов для улучшения качества изображения в оптических системах

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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
7 семестр				
Домашнее задание	3	2		5
Защита отчета		10	10	20
Компонент своевременности	3			3
Конспект самоподготовки	3	3		6
Контрольная работа			10	10
Опрос на занятиях	3	5		8
Отчет по индивидуальному заданию	3			3
Реферат			5	5
Тест	5	5		10
Итого максимум за период	20	25	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	45	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Согласована на портале № 12654

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)
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]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=627

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]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2764

12.2. Дополнительная литература

1. Гринев А. Ю. Оптические устройства в радиотехнике: Учебное пособие для вузов, М.: Радиотехника, 2005. – 239 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 74 экз.)

2. Дудкин В. И., Пахомов Л. Н. Квантовая электроника. Приборы и их применение: Учебное пособие для вузов, М.: Техносфера, 2006. – 432 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 экз.)

3. Нагибина И. М. Прикладная физическая оптика: Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2002. – 564 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

4. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах: монография / С.М. Шандаров, В.М. Шандаров, А.Е. Мандель, Н.И. Буримов. – Т.: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 244 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1553

5. Шандаров С.М. Фоторефрактивная нелинейная оптика: учебное методическое пособие / С. М. Шандаров, Н. И. Буримов; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2007. - 39 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.)

Согласована на портале № 12654

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Шмаков С.С., Шандаров С.М. Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления: Методические указания к лабораторной работе – Томск: ТУСУР, 2012. – 17 с. Препринт. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1501
2. Шмаков С.С., Шандаров С.М. Адаптивный голографический интерферометр: Методические указания к лабораторной работе – Томск: ТУСУР, 2012. – 15 с. Препринт. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1503
3. Шмаков С.С., Шандаров С.М. Исследование эффекта фазовой демодуляции в адаптивном голографическом интерферометре: Методические указания к лабораторной работе – Томск: ТУСУР, 2012. – 22 с. Препринт. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/2820
4. Шмаков С.С., Шандаров С.М. Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов. - Томск: ТУСУР, 2012. – 35 с. Препринт. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1735
5. Шандаров С.М., Шандаров В.М., Мандель А.Е., Буримов Н.И. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах: Учебное пособие – Томск: ТУСУР, 2012. – 244с. Препринт. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1553
6. Шандаров С.М., Буримов Н.И. Фоторефрактивная нелинейная оптика: Учебное методическое пособие – Томск: ТУСУР, 2007. – 38 с. Препринт. [Электронный ресурс]. - http://ed.tusur.ru/data/umpo/029.pdf
7. Методы динамической голографии: методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе для студентов направления «Фотоника и оптоинформатика» / С.С. Шмаков, С.М. Шандаров. – Томск: ТУСУР, 2012. – 37 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1110

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к следующим электронно-библиотечным системам (ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/, Научная электронная библиотека
2. eLIBRARY http://elibrary.ru/ (после регистрации в НЭБ), ЭБС Библиотеки ТУСУР http://www.lib.tusur.ru/, научно-образовательный портал ТУСУР https://edu.tusur.ru/), содержащими все издания основной и дополнительной литературы, перечисленной в настоящей рабочей программе.
3. Электронно-библиотечная система и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, как на территории университета, так и вне ее.

Согласована на портале № 12654

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое 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 наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 110. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется исследовательская лаборатория СВЧ микроэлектроники, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 101. Состав оборудования: Учебная мебель; лабораторная установка адаптивного голографического интерферометра

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 5 этаж, ауд. 511. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 10 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Согласована на портале № 12654

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 12654

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Фоторефрактивная нелинейная оптика и динамическая голография

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:
- ассистент каф. ЭП Шмаков С. С.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12654

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-1	способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики	Должен знать - физику фоторефрактивного эффекта в электрооптических кристаллах; - эффекты динамической голографии; Должен уметь использовать эффекты динамической голографии для проектирования голографических приборов и устройств, применяемых в фотонике и оптоинформатике.; Должен владеть современными подходами разработки и эксплуатации голографических приборов и устройств, применяемых в фотонике и оптоинформатике.;
ПК-2	готовностью к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования

Согласована на портале № 12654

компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Направления научных исследований в области фоторефрактивной оптики и динамической голографии; Основные термины фоторефрактивной и нелинейной оптики; Основные эффекты динамической голографии.	Анализировать поставленные задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики; Делать обзор литературы; Принимать нестандартные решения, разрешать проблемные ситуации.	Навыками анализа процессов переноса заряда в фоторефрактивных материалах при создании динамических голограмм; Известными приближениями при анализе формирования динамических голограмм.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Реферат; • Собеседование; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Реферат; • Собеседование; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• виды и принципы построения моделей	• формулировать задачи, которые будут	• навыками для разработки и

Согласована на портале № 12654

	процессов, элементов и устройств фоторефрактивной динамической голографии и предъявляемые к ним требования; • способы оптимизации моделей процессов, элементов и устройств динамической голографии; • границы применения моделей процессов, элементов и устройств динамической голографии;	решаться в ходе исследований процесса, элемента или устройства динамической голографии; • проводить анализ процесса, элемента или устройства динамической голографии; • спланировать и провести экспериментальные исследования, необходимые для создания модели и для проверки ее адекватности моделируемому объекту в рамках решаемых задач; • построить модель процесса, элемента или устройства динамической голографии ;	оптимизации конструкций устройств фоторефрактивной динамической голографии;
Хорошо (базовый уровень)	• параметры, конструкции и технологии производства изделий из оптических материалов используемых в фоторефрактивной динамической голографии;	• обоснованно выбирать материалы для изготовления оптических приборов с использованием научно-технической литературы, справочных и нормативных документов; • рассчитывать свойства и параметры изделий из выбранных оптических материалов; • планировать и выполнять измерения параметров и характеристик оптических материалов;	• методиками испытаний оптических материалов и типовыми применениями различных материалов в оптическом приборостроении;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основные теоретические положения волновой и квантовой оптики, границы их применения;	• анализировать простые оптические элементы и схемы методами динамической голографии;	• основными положениями волновой и квантовой оптики; • основными положениями теории взаимодействия света с

Согласована на портале № 12654

	• волновую теорию интерференции и дифракции света; • основные теоретические положения взаимодействия света с веществом; • особенности оптических свойств анизотропных сред и методы исследований; • материалов используемых в динамической голографии;	• проводить расчеты оптических полей с учетом явлений интерференции и дифракции излучения; • анализировать процессы распространения оптического излучения в различных физических средах;	веществом; • основными законами излучения света;

2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: готовностью к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Основные понятия, методы и приемы экспериментальных исследований	Применять математическое моделирование процессов и объектов фотоники и оптоинформатики на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов. Применять экспериментальные методы для решения типовых задач профессиональной области с доведением решения до практически приемлемого результата; проводить необходимые расчеты и оценивать полученные результаты.	Современными методами исследования с целью математического и имитационного моделирования процессов и объектов фотоники и оптоинформатики на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные

Согласована на портале № 12654

	лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Реферат; • Собеседование; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Реферат; • Собеседование; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Математическую или физическую модель исследуемого процесса, явления или объекта, относящегося фоторефрактивной нелинейной оптике и динамической голографии;;	• правильно оценивать полученные в ходе проводимых расчетов результаты; • оценивать технологические нормативы при проектировании приборов и устройств динамической голографии.;	• Самостоятельно предложить математическую или имитационную модель процесса или явления, на котором основан прибор или устройство динамической голографии;
Хорошо (базовый уровень)	• Теоретические основы измерений параметров приборов и устройств используемых в фоторефрактивной нелинейной оптике и динамической голографии;;	• выбирать схему записи фоторефрактивной динамической голограммы;; • рассчитывать параметры лазерного излучения;; • выбирать режимы записи динамических	• Методиками разработки математических или физических моделей процессов и явлений, на которых основаны приборы и устройства динамической голографии;

Согласована на портале № 12654

		голограмм;;	
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Термины, основные понятия, классификацию и основные характеристики приборов и устройств используемых в фоторефрактивной нелинейной оптике и динамической голографии;;	• использовать стандартные САПР при моделировании процессов и объектов фотоники и оптоинформатики;	• современными методами исследования в области фоторефрактивной и нелинейной оптики и динамической голографии;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– 1. Характеристики регистрирующих сред: передаточная характеристика, чувствительность, нелинейность, частотно-контрастная характеристика, разрешение, шумы и т.д.

– 2. Галоидосеребряные фоточувствительные слои. Фотополупроводниковые термопластичные слои. Магнитные пленки. Фотохромные среды

– 3. Основные преимущества голографической интерферометрии

– 4. Метод двух экспозиций. Метод голографической интерферометрии в реальном времени

– 5. Метод голографической интерферометрии с усреднением во времени

– 6. Голографическая интерферометрия с модуляцией фазы опорного пучка

– 7. Использование в голографической виброинтерферометрии реверсивных сред

– 8. Использование голографических методов для улучшения качества изображения в оптических системах

3.2 Тестовые задания

– 1) На каких явлениях основывается голография? а) интерференция и дифракция б) дифракция и рассеяние в) дифракция и распространение света

– 2) Что подразумевается под понятием фазовый объект? а) полностью отражающий объект б) прозрачный объект в) отражающий объект

– 3) Какие объекты являются диффузно отражающими? а) полностью отражающий объект б) прозрачный объект в) отражающий объект

– 4) Какова основная возможность отражательных голограмм? а) не допускает изменение длины волны света при восстановлении б) восстанавливает изображение с помощью источника белого света в) позволяет записать до нескольких десятков изображений

– 5) Как называется метод голографической интерферометрии, при котором в разные моменты времени записывается отдельные голограммы? а) метод «двух экспозиций» б) метод реального времени

– 6) За счет чего достигается высокая скорость обработки информации оптическими методами? а) за счет скорости света б) за счет высокой пропускной способности оптических систем в) за счет высокой разрешающей способности оптических систем

3.3 Темы рефератов

– Характеристики регистрирующих сред: передаточная характеристика, чувствительность, нелинейность, частотно-контрастная характеристика, разрешение, шумы и т.д.

– Галоидосеребряные фоточувствительные слои. Фотополупроводниковые

Согласована на портале № 12654

термопластичные слои. Магнитные пленки. Фотохромные среды

- Основные преимущества голографической интерферометрии
- Метод двух экспозиций. Метод голографической интерферометрии в реальном времени
- Метод голографической интерферометрии с усреднением во времени
- Голографическая интерферометрия с модуляцией фазы опорного пучка
- Использование в голографической виброинтерферометрии реверсивных сред

3.4 Темы домашних заданий

– Пример домашней задачи Объемная пропускающая фазовая голограмма в кристалле ниобата лития характеризуется пространственным периодом 15 мкм и амплитудой модуляции показателя преломления Δnm=4×10-6 для излучения с длиной волны 0,633 мкм, при невозмущенном показателе преломления n(0)=2,233. Для кристалла с толщиной 2 мм найдите максимальную дифракционную эффективность голограммы ηm.

3.5 Темы индивидуальных заданий

– Применение оптической голографии для исследования стационарных объектов и медленнопротекающих процессов

- Применение динамической голографии для исследование тонких пленок
- исследование амплитудно-фазовых распределений радиополей методами голографии
- исследование искусственных кристаллов методами динамической голографии

– Применение динамической голографии для исследования характеристик искусственных кристаллов

3.6 Вопросы на собеседование

- селективность объемных голограмм
- Усиление оптических изображении
- Обращение волнового фронта световых пучков.
- Самообращение волнового фронта световых пучков.
- Самофокусировка, самоискревление лазерного пучка.
- Самодифракция световых пучков
- Фотоиндукцированное рассеяние света
- Основы когерентной оптики и голографии

3.7 Темы опросов на занятиях

- Основные преимущества голографической интерферометрии
- Метод двух экспозиций. Метод голографической интерферометрии в реальном времени
- Метод голографической интерферометрии с усреднением во времени
- Голографическая интерферометрия с модуляцией фазы опорного пучка
- Использование в голографической виброинтерферометрии реверсивных сред

– Использование голографических методов для улучшения качества изображения в оптических системах

3.8 Экзаменационные вопросы

– Теоретические вопросы 1) Пространственная и временная когерентность света. 2) Фоторефрактивный эффект. Пропускающая фоторефрактивная голограмма. Задача В фоторефрактивном кристалле Bi12TiO20 с полной концентрацией доноров м-3 и акцепторов м-3, сечением фотоионизации м2/Дж, найдите начальное значение концентрации ионизированных доноров и начальную скорость её роста, при включении в момент времени t = 0 опорного пучка с интенсивностью I0 = 100 мВт/см2.

– Теоретические вопросы 1) Обращение волнового фронта. 2) Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. Задача В фоторефрактивном кристалле титаната висмута двумя когерентными пучками с длинами волн 633 нм записывается голограмма за счет диффузионного механизма. Параметры кристалла ε = 47; r41 = 5,17 пм/В; n0 = 2,25 и концентрация акцепторов NA = 1023 м-3. Определить оптимальный период голограммы; поле насыщения ловушек и диффузионное поле.

Согласована на портале № 12654

– Теоретические вопросы 1) Диффузионный механизм записи. 2) Одноуровневая модель зонного переноса заряда. Задача В фоторефрактивном кристалле титаната висмута формируется фоторефрактивная решетка двумя световыми когерентными пучками с длинной волны 633 нм. К кристаллу приложено переменное напряжение прямоугольного вида напряжением U = 3 кВ с частотой 2500 Гц. Кристалл имеет следующие свойства показатель преломления n0 = 2,25, относительная диэлектрическая проницаемость ε = 47, коэффициент оптического поглощения α = 10,65 см-1, электрооптический коэффициент r41 = 5,17 пм/В, концентрация акцепторов NA = 1023 м-3, толщина кристалла 5 мм. Определите диффузионное поле и поле насыщения ловушек

– Теоретические вопросы 1) Формирование фотрефрактивной голограммы в постоянном внешнем электрическом поле. 2) Приближение малых контрастов интерференционной картины Задача На входную грань фоторефрактивного кристалла с одной стороны падают две световые волны с интенсивностями I1 = 0,8 Вт/м2 и I2 = 0,2 Вт/м2 с длиной волны 633 нм. Параметры кристалла: показатель преломления n0 = 2,58; относительная диэлектрическая проницаемость ε = 47; коэффициент поглощения α = 12,2 см-1; электрооптический коэффициент r41 = 5,17 пм/В; толщина кристалла 10 мм. Определить коэффициент двухпучкового усиления.

– Теоретические вопросы 1) Адаптивный голографический интерферометр на основе отражательных голограмм в кристаллах титаната висмута 2) Уравнение связных волн. Задача Объемная пропускающая фазовая голограмма в кристалле ниобата лития характеризуется пространственным периодом 15 мкм и амплитудой модуляции показателя преломления Δnm=4×10-6 для излучения с длиной волны 0,633 мкм, при невозмущенном показателе преломления n(0) =2,233. Для кристалла с толщиной 2 мм найдите максимальную дифракционную эффективность голограммы ηm.

– Теоретические вопросы 1) Усиление оптических изображений. 2) Самодифракция световых волн на фоторефрактивной голограмме при нелокальном отклике. Задача Плоская монохроматическая волна с длиной волны нм и амплитудой В/м, поляризованная в плоскости XZ, распространяется в немагнитной среде с коэффициентом преломления n = 2. Волновой вектор волны также лежит в плоскости XZ и составляет с осью +X угол . Запишите выражения для распределений электрического и магнитного полей в среде, используя комплексную форму записи.

– Теоретические вопросы 1) Пропускающая фоторефрактивная голограмма. Отражательная фоторефрактивная голограмма. 2) Система скоростных уравнений. Задача Две плоские монохроматические волны 1 и 2 с длиной волны нм и амплитудами В/м и В/м, поляризованные в плоскости XY, распространяются в немагнитной среде с коэффициентом преломления n = 2. Волновые векторы волн и также лежат в плоскости XY и составляют с осью +X углы и , соответственно. Запишите выражения для распределений электрического и магнитного полей в среде, используя комплексную форму записи.

– Теоретические вопросы 1) Формирование фотрефрактивной голограммы в постоянном внешнем электрическом поле. 2) Приближение неистощаемой накачки. Задача Плоская монохроматическая световая волна (длина волны нм) падает из среды 1 (вакуум) нормально на плоскопараллельную стеклянную пластинку с коэффициентом преломления n = 1.5 (среда 2), и распространяется далее тоже в вакууме (среда 3). 1) Определите, в каких средах будет наблюдаться интерференция света. 2) Найдите значения пространственного периода и контраста интерференционной картины в этих средах

– Теоретические вопросы 1) Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. 2) Приближение малых контрастов интерференционной картины Задача Две плоские световые волны с одинаковыми частотами , начальными фазами и векторами поляризации вдоль оси y имеют волновые векторы и , составляющие углы с осью z в плоскости xz. Найдите распределение интенсивности в картине интерференции этих волн, имеющих амплитуды E1m и E2m, в среде с показателем преломления n0, не обладающей магнитными свойствами ( ). Определите период интерференционной картины и глубину модуляции интенсивности .

– Теоретические вопросы 1) Уравнения Максвелла. 2) Формирование фоторефрактивной голограммы при знакопеременном внешнем электрическом поле. Задача Доказать, что при угле падения, равному углу Брюстера, угол между отраженным и преломленным лучами равен .

– Теоретические вопросы 1) Формирование решетки и поля пространственного заряда. 2) Самодифракция световых волн на фоторефрактивной голограмме при нелокальном отклике. Задача

Согласована на портале № 12654

Плоская монохроматическая световая волна с длиной волны 633 нм, распространяющаяся в кристалле симметриии 23 с показателем преломления и удельным оптическим вращением вдоль оси x, на входной грани, при x = 0, имеет векторную амплитуду . Найдите векторную амплитуду волны при x = 7.5 мм, на выходной грани кристалла.

– Теоретические вопросы 1) Самообращение волнового фронта световых волн. 2) Уравнение связных волн. Приближение неистощаемой накачки. Задача Заряженная частица с массой кг совершает гармонические колебания вдоль оси x относительно положения равновесия x = 0 и характеризуется потенциальной энергией , где Дж1/2/м. Вычислите частоту колебаний частицы в Гц и соответствующую длину волны электромагнитного излучения.

3.9 Темы контрольных работ

– 1) Плоская электромагнитная волна распространяется вдоль оси и имеет в некоторый момент времени ориентацию вектора напряженности магнитного поля вдоль оси . Нарисуйте взаимную ориентацию волнового вектора и остальных векторов в волне, в данный момент времени, в декартовой системе координат. 2) В кристалле титаната висмута двумя когерентными пучками с длинами волн 633 нм записывается голограмма за счет диффузионного механизма. Параметры кристалла ε = 47; r41 = 5,17 пм/В; n0 = 2,25 и концентрация акцепторов NA = 1023 м-3. Определить оптимальный период голограммы; поле насыщения ловушек и диффузионное поле.

3.10 Темы лабораторных работ

– Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов

– Адаптивный голографический интерферометр

– Исследование эффекта фазовой демодуляции в адаптивном голографическом интерферометре

– Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. 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]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=627

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]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2764

4.2. Дополнительная литература

1. Гринев А. Ю. Оптические устройства в радиотехнике: Учебное пособие для вузов, М.: Радиотехника, 2005. – 239 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 74 экз.)

2. Дудкин В. И., Пахомов Л. Н. Квантовая электроника. Приборы и их применение: Учебное пособие для вузов, М.: Техносфера, 2006. – 432 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 экз.)

3. Нагибина И. М. Прикладная физическая оптика: Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2002. – 564 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

4. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах: монография / С.М. Шандаров, В.М. Шандаров, А.Е. Мандель, Н.И. Буримов. – Т.: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 244 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1553

5. Шандаров С.М. Фоторефрактивная нелинейная оптика: учебное методическое пособие / С. М. Шандаров, Н. И. Буримов; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных

Согласована на портале № 12654

приборов. - Томск : ТУСУР, 2007. - 39 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Шмаков С.С., Шандаров С.М. Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления: Методические указания к лабораторной работе – Томск: ТУСУР, 2012. – 17 с. Препринт. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1501
2. Шмаков С.С., Шандаров С.М. Адаптивный голографический интерферометр: Методические указания к лабораторной работе – Томск: ТУСУР, 2012. – 15 с. Препринт. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1503
3. Шмаков С.С., Шандаров С.М. Исследование эффекта фазовой демодуляции в адаптивном голографическом интерферометре: Методические указания к лабораторной работе – Томск: ТУСУР, 2012. – 22 с. Препринт. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/2820
4. Шмаков С.С., Шандаров С.М. Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов. - Томск: ТУСУР, 2012. – 35 с. Препринт. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1735
5. Шандаров С.М., Шандаров В.М., Мандель А.Е., Буримов Н.И. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах: Учебное пособие – Томск: ТУСУР, 2012. – 244с. Препринт. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1553
6. Шандаров С.М., Буримов Н.И. Фоторефрактивная нелинейная оптика: Учебное методическое пособие – Томск: ТУСУР, 2007. – 38 с. Препринт. [Электронный ресурс]. - http://ed.tusur.ru/data/umpo/029.pdf
7. Методы динамической голографии: методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе для студентов направления «Фотоника и оптоинформатика» / С.С. Шмаков, С.М. Шандаров. – Томск: ТУСУР, 2012. – 37 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/training/publications/1110

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к следующим электронно-библиотечным системам (ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/, Научная электронная библиотека
2. eLIBRARY http://elibrary.ru/ (после регистрации в НЭБ), ЭБС Библиотеки ТУСУР http://www.lib.tusur.ru/, научно-образовательный портал ТУСУР https://edu.tusur.ru/), содержащими все издания основной и дополнительной литературы, перечисленной в настоящей рабочей программе.
3. Электронно-библиотечная система и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, как на территории университета, так и вне ее.

Согласована на портале № 12654