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 2013 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 2016

Согласована на портале № 2710

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 51 от «30» 6 2016 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 № 2710

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. Дисциплины (модули)) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Методы математической физики, Оптическая физика, Оптические методы обработки информации, Уравнения оптофизики, Физика.

Последующими дисциплинами являются: .

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	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

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Согласована на портале № 2710

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
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	20	18	16	54	108	

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

Согласована на портале № 2710

	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 фоторефрактивной голограмме при нелокальном отклике.	2	ПК-1, ПК-2
	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	2	ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 2710

	фотоиндуцированного поглощения света в кристаллах титаната висмута при двухцветном облучении и n-типе темновой проводимости		
	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.

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	Математика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Методы математической физики			+	+	+	+	+	+	+	
3	Оптическая физика	+			+	+	+	+			
4	Оптические методы обработки информации	+	+								
5	Уравнения оптофизики			+	+	+	+	+	+	+	
6	Физика	+	+	+	+	+	+				

Согласована на портале № 2710

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
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
Мозговой штурм			10	10
Мини-лекция	10			10
Исследовательский метод		10		10
Итого	10	10	10	30

Согласована на портале № 2710

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание 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
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

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	4	ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 2710

	электрическом поле. Формирование фоторефрактивной голограммы при знакопеременном внешнем электрическом поле.		
	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	

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	Отчет по индивидуальному заданию, Тест, Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	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	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Домашнее задание, Тест, Компонент своевременности
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
3 Модель зонного	Проработка лекционного	1	ПК-1,	Конспект

Согласована на портале № 2710

переноса заряда	материала		ПК-2	самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Домашнее задание, Тест, Компонент своевременности
	Итого	1		
4 Механизмы записи фоторефрактивных голограмм	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Домашнее задание, Тест, Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Компонент своевременности, Отчет по лабораторной работе, Защита отчета
	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	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Домашнее задание, Тест, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Компонент своевременности, Отчет по лабораторной работе, Защита отчета
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	11		
6 Влияние пьезоэлектрического эффекта на формирование объемных голограмм	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Конспект самоподготовки, Домашнее задание, 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	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Домашнее задание, Тест, Контрольная работа, Компонент своевременности, Реферат
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
9 Фоторефрактивные эффекты в волноводно-	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Конспект самоподготовки, Опрос

оптических структурах	Итого	1		на занятиях, Тест
10 Отдельные вопросы динамической голографии	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2	ПК-1, ПК-2	Реферат, Опрос на занятиях, Конспект самоподготовки, Отчет по индивидуальному заданию, Домашнее задание, Собеседование, Тест, Компонент своевременности, Отчет по лабораторной работе, Защита отчета
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	19		
Итого за семестр		54		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		90		

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

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

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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

Согласована на портале № 2710

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
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.

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

Согласована на портале № 2710

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.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

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

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс, оборудованный компьютерами класса Pentium II и выше, включенный в сеть Internet.

Учебная лаборатория с измерительными комплексами для проведения лабораторных занятий

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 2710

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 основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
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 2013 года

Разработчики:

- ассистент каф. ЭП Шмаков С. С.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 2710

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 № 2710

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 к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• 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 № 2710

	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 № 2710

	• 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 № 2710

	лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	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 № 2710

		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

– Основные преимущества голографической интерферометрии

– Метод двух экспозиций. Метод голографической интерферометрии в реальном времени

– Метод голографической интерферометрии с усреднением во времени

Согласована на портале № 2710

– Голографическая интерферометрия с модуляцией фазы опорного пучка
– Использование в голографической виброинтерферометрии реверсивных сред
– Галоидосеребряные фоточувствительные слои. Фотополупроводниковые термопластичные слои. Магнитные пленки. Фотохромные среды
– Характеристики регистрирующих сред: передаточная характеристика, чувствительность, нелинейность, частотно-контрастная характеристика, разрешение, шумы и т.д.

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

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

3.8 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 № 2710

– 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 № 2710

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 № 2710

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

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

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. Образовательный портал университета, библиотека университета

Согласована на портале № 2710