МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Голографические фотонные структуры в наноструктурированных материалах

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы связи и обработки информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	22	22	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	56	56	часов
5	Самостоятельная работа	88	88	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 37423

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 8 от «26» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Заведующий кафедой каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Эксперты:

Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР) _____ А. Ю. Попков

Профессор кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР) _____ А. Е. Мандель

Согласована на портале № 37423

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов современных физических и технических представлений о голографических методах формирования и характеристиках фотонных структур в наноструктурированных материалах

1.2. Задачи дисциплины

– приобретение знаний о физических основах формирования, математическом опи-сании, характеристиках и использовании голографических фотонных структуры в наноструктурированных материалах;

– приобретение навыков по экспериментальным исследованиям голографического формирования фотонных структуры в наноструктурированных материалах

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Голографические фотонные структуры в наноструктурированных материалах» (Б1.В.ДВ.1.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Оптические системы связи и обработки информации.

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

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС;

– ОПК-4 способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации;

– ПК-8 готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные принципы и физические эффекты, обеспечивающие голографическое формирование фотонных структур в наноструктурированных материалах; основные конструкции и характеристики голографических фотонных структур

– **уметь** определять и обосновывать целесообразность использования голографических фотонных структур для работы в составе оптических систем передачи и обработки информации; применять на практике известные методы анализа и экспериментального иссле-дования голографических фотонных структуры в наноструктурированных материалах;

– **владеть** методами расчета и анализа характеристик основных голографических фотонных структур фотоники и нанооптики, а также оптических систем передачи и обработки информации.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	56	56
Лекции	18	18
Практические занятия	22	22

Согласована на портале № 37423

Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	88	88
Выполнение расчетных работ	30	30
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	24	24
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Голографические методы формирования фотонных структур.	2	6	4	20	32	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
2 Физические механизмы формирования фотонных структур в наноструктурированных фотополимерных материалах.	4	6	4	22	36	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
3 Волновая оптика периодических фотонных структур.	4	4	4	20	32	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
4 Технология и материалы голографических фотонных структур.	2	0	0	4	6	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
5 Основные положения нелинейной оптики голографических фотонных структур.	4	6	0	14	24	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
6 Голографические фотонные структуры для оптических приборов и систем передачи и обработки информации	2	0	4	8	14	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
Итого за семестр	18	22	16	88	144	
Итого	18	22	16	88	144	

Согласована на портале № 37423

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Голографические методы формирования фотонных структур.	Методы двухпучковой записи одномерных фотонных структур в пропускающей и отражательной геометриях Последовательная и параллельная схемы формирования двух и трехмерных фотонных структур.	2	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	2	
2 Физические механизмы формирования фотонных структур в наноструктурированных фотополимерных материалах.	Уравнения фотополимеризапционной кинетики и диффузионные уравнения голографического формирования фотонных структур в наноструктрурированных фотополимерных материалах. Фотополиеризационнный и диффузионный механизмы формирования. Пространственные профили амплитуд Фурье гармоник фотонных структур. Влияние фотоиндуцированного изменения оптического поглощения на кинетики формирования амплитудных профилей гармоник.	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
3 Волновая оптика периодических фотонных структур.	Взаимодействие оптического излучения с периодическими фотонными структурами. Волновые уравнения брэгговской дифракция света на фотонных структурах. Передаточные функции фотонных структур. Дифракционные характеристики фотонных структур - дифракционная эффективность и угло-частотные полосы пропускания.	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
4 Технология и материалы голографических фотонных структур.	Основные материалы для изготовления голографических фотонных структур. Методы изготовления наноструктурированных фотополимерных материалов на основе ПММА и композиций с жидкими кристаллами и наночастицами.	2	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	2	
5 Основные положения нелинейной оптики голографических фотонных структур.	Понятие о нелинейных фотонных структурах. Двумерный фазовый синхронизм при генерации второй гармоники в нелинейных фотонных структурах. Двумерная нелинейная дифракция в нелинейных фотонных структурах.	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
6 Голографические фотонные структуры для оптических	Планарные и обьемные оптические фильтры на основе одномерных фотонных структур в фотополимерных материалах. Электрически управляемые	2	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8

Согласована на портале № 37423

приборов и систем передачи и обработки информации	оптические ответвители на снове фотополимерно-жидкокристаллических фотонных структурах. Оптические мультиплексоры / демультиплексоры на основе наложенных двумерных голографических фотонных структурах.		
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 Оптические системы связи и обработки информации						+
Последующие дисциплины						
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+

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

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

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию
ОПК-4	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-8	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

Согласована на портале № 37423

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Голографические методы формирования фотонных структур.	Исследование голографического формирования двумерных фотонных структур методом последовательного углового мультиплексирования.	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
2 Физические механизмы формирования фотонных структур в наноструктурированных фотополимерных материалах.	Исследование голографического формирования одномерных фотонных структур в фотополимерных материалах	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
3 Волновая оптика периодических фотонных структур.	Исследование дифракционных характеристик одномерных голографических фотонных структур	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
6 Голографические фотонные структуры для оптических приборов и систем передачи и обработки информации	Исследование дифракционных характеристик двумерных голографических фотонных структур	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Голографические методы формирования фотонных структур.	Расчет кинетики формирования голографических фотонных структур в линейном режиме записи	6	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	6	
2 Физические механизмы формирования фотонных структур в наноструктурированных	Расчет амплитуд пространственных Фурье-гармоник голографических фотонных структур в нелинейном режиме за-писи	6	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	6	

Согласована на портале № 37423

фотополимерных материалах.			
3 Волновая оптика периодических фотонных структур.	Расчет дифракционных характеристик одномерных голографических фотонных структур	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
5 Основные положения нелинейной оптики голографических фотонных структур.	Моделирование процессов формирования и дифракционных характеристик двумерных голографических фотонных структур.	6	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	6	
Итого за семестр		22	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Голографические методы формирования фотонных структур.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8	Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение расчетных работ	8		
	Итого	20		
2 Физические механизмы формирования фотонных структур в наноструктурированных фотополимерных материалах.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8	Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение расчетных работ	8		
	Итого	22		
3 Волновая оптика периодических фотонных структур.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8	Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		

Согласована на портале № 37423

	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение расчетных работ	8		
	Итого	20		
4 Технология и материалы голографических фотонных структур.	Проработка лекционного материала	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8	Тест, Экзамен
	Итого	4		
5 Основные положения нелинейной оптики голографических фотонных структур.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8	Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Выполнение расчетных работ	6		
	Итого	14		
6 Голографические фотонные структуры для оптических приборов и систем передачи и обработки информации	Проработка лекционного материала	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
Итого за семестр		88		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		124		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Отчет по лабораторной работе		15	15	30
Расчетная работа	5	10	10	25
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	10	30	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	10	40	70	100

Согласована на портале № 37423

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. Шарангович, С. Н. Голографические фотонные структуры в фотополимерных материалах: Учебное пособие [Электронный ресурс] / С. Н. Шарангович. — Томск: ТУСУР, 2015. — 191 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5608 (дата обращения 05.07.2018) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5608 (дата обращения: 06.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Голографическое формирование и дифракционные свойства неоднородных фотонных структур в фотополимерно-жидкокристаллических композициях: Монография / Шарангович С. Н., Семкин А. О. - 2017. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/monographies/70 (дата обращения: 06.07.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Голографические фотонные структуры в наноструктурированных материалах: Лабораторный практикум / Шарангович С. Н. - 2018. 46 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8070 (дата обращения: 06.07.2018).

2. Голографические фотонные структуры в наноструктурированных материалах: Учебное методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / Шарангович С. Н. - 2018. 55 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8179 (дата обращения: 06.07.2018).

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся

Согласована на портале № 37423

из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Рекомендуется использовать профессиональные и информационные базы данных, список и адреса которых доступны по ссылке: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебно-вычислительная лаборатория им. Е.С. Коваленко «Лаборатория волоконно-оптических линий связи и измерений»

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 333б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (8 шт.);
- Генератор оптических и электрических импульсов комбинированный ОГ5-87 (3 шт.);
- Ваттметр поглощаемой мощности оптический ОМ3-65 (4 шт.);
- Ваттметр поглощаемой мощности оптический ОМ3-66 (1 шт.);
- Генератор импульсов Г5-54 (1 шт.);
- Осциллограф С1-75 (2 шт.);
- Осциллограф С1-73 (1 шт.);
- Измеритель коэффициента ошибок 832 (1 шт.);
- Генератор сигналов оптический ОГ4-162 (1 шт.);
- Генератор высокочастотный СПТГ4-102 (1 шт.);
- ФПУ (1 шт.);
- Комплект для сварки оптического волокна КСС-111 (1 шт.);
- Комплект для сварки оптического волокна КСС-121 (1 шт.);
- Блок индикации ОМК3 (2 шт.);
- Источник постоянного тока Б5-21 (1 шт.);
- Источник питания постоянного тока Б5-45 (1 шт.);
- Рефлектометр оптических погрешностей OFT-12 (2 шт.);

Согласована на портале № 37423

- Демонстрационное оборудование для презентаций (проектор 1 шт., экран 1 шт.) ;
- Лабораторный стенд "Компоненты волоконно-оптической линии связи";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая линия связи";
- Лабораторный комплекс "Волоконно-оптические системы передачи данных с временным и волновым уплотнением каналов";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая связь";
- Типовой комплект учебного оборудования "Монтаж и эксплуатация волоконно-оптических структурированных кабельных систем";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Adobe Reader
– Microsoft Office 2007
– PDFCreator
– PTC Mathcad 15
– Scilab
– Компьютерная лабораторная работа Исследование оптических демультиплексоров на основе наложенных голограмм в фотополимерныом материале

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория ГПО «Оптоэлектроника»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 329б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (6 шт.);
- Аппаратура ЦВОЛТ Транспорт-8х30 (2 крейта в стойке 19”);
- Осциллограф цифровой Tektronix TSD 2012B (1 шт.);
- Генератор сигналов SFG-2110 (1 шт.);
- Вольтметр цифровой GDM-8145 (1 шт.);
- Осциллограф GOS 620FG (1 шт.);
- Источник питания GPS-4251 (1 шт.);
- Стенд для записи голографических дифракционных решёток на фотополимерных материалах (1 шт.);
- Стол оптический Standa (опоры (4 шт.), столешница (1 шт.));
- Анализатор лазерных пучков BS-FW-FX33 (1 шт.);
- Лазер LSD-DTL-317 (1 шт.);
- Лазер He-Ne ЛГН - 207 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Adobe Acrobat Reader
– Google Chrome
– Mathworks Matlab
– Mathworks Simulink 6.5
– Microsoft Windows (Imagine)
– Mozilla Firefox
– Mozilla Thunderbird
– PTC Mathcad 15
– Scilab
– XnView

Согласована на портале № 37423

– Компьютерная лабораторная работа Исследование оптических демультиплексоров на основе наложенных голограмм в фотополимерыом материале

– Программный комплекс для исследования процессов формирования и дифракционных характеристик голографических фотонных структур

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

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

Состав оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

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

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

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

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

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

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

14.1.1. Тестовые задания

1. В состав фотополимерных композиций для изготовления голографических фотонных структур входят

– краситель, мономер, фотополимер

Согласована на портале № 37423

– краситель, инициатор, фотополимер
– краситель, инициатор, мономер

2. Метод изготовления наноструктурированных фотополимерных материалов на основе ПММА и композиций с жидкими кристаллами и наночастицами состоит в
– в последовательном нанесении ПММА, ЖК и наночастиц на подложку
– в смешивании ПММА, ЖК и наночастиц на подложке
– коллоидной смеси ПММА, ЖК и наночастиц на подложке

3. Двухпучковая запись одномерных фотонных структур в пропускающей геометрии происходит при
– интерференции двух ортогонально – поляризованных сонаправленных световых волн
– интерференции двух одинаково поляризованных противонаправленных световых волн
– интерференции двух одинаково поляризованных сонаправленных световых волн

4. Метод двухпучковой записи одномерных фотонных структур в отражательной геометрии происходит при
– интерференции двух ортогонально – поляризованных сонаправленных световых волн
– интерференции двух одинаково поляризованных противонаправленных световых волн
– интерференции двух одинаково поляризованных сонаправленных световых волн

5. В последовательной схеме формирования двумерных фотонных структур осуществляется
– последовательная двухпучковая запись нескольких одномерных фотонных структур при их угловом мультиплексировании
– параллельная запись нескольких одномерных фотонных структур при их угловом мультиплексировании
– последовательная однопучковая запись нескольких одномерных фотонных структур при их угловом мультиплексировании

6. В параллельной схеме формирования двумерных фотонных структур. осуществляется
– последовательная трехпучковая запись нескольких одномерных фотонных структур при их угловом мультиплексировании
– одновременная запись нескольких одномерных фотонных структур несколькими световыми волнами
– одновременная запись нескольких одномерных фотонных структур двумя световыми волнами

7. Фотополимеризационный механизм формирования фотонных структур фотополимерных материалах заключается в
– в образовании полимерных цепей в процессе фотополимеризации в максимумах интенсивности интерференционной картины светового поля
– в образовании мономерных цепей в процессе фотополимеризации в минимумах интенсивности интерференционной картины светового поля
– в образовании полимерных цепей в процессе фотополимеризации в минимумах интенсивности интерференционной картины светового поля

8. Диффузионный механизм формирования фотонных структур в фотополимерных материалах заключается в
– в перераспределении однородной концентрации компонент фотополимерного материала при их взаимодиффузии
– в перераспределении неоднородной концентрации компонент фотополимерного материала при их диффузии
– при взаимодиффузии компонент фотополимерного материала при пространственной неоднородности их концентрации

Согласована на портале № 37423

9. Фотополимеризационно-диффузионный механизм формирования фотонных структур в наноструктурированных фотополимерных материалах осуществляется
– когда время фотополимеризации превышает время диффузии
– когда время диффузии превышает время фотополимеризации
– когда время релаксации превышает время фотополимеризации

10. Уравнения фотополимеризационной кинетики голографического формирования фотонных структур в наноструктрурированных фотополимерных материалах связывают между собой
– концентрации полимера с показателем преломления
– концентрацию мономера с показателем преломления
– концентрации мономера и полимера с показателем преломления

11. Диффузионные уравнения голографического формирования фотонных структур в наноструктурированных фотополимерных материалах. связывают между собой
– концентрацию мономера с показателем преломления
– концентрации всех компонент
– концентрацию мономера с концентрацией полимера

12. Пространственные профили амплитуд Фурье гармоник фотонных структур в процессе их записи становятся неоднородными при
– поглощении оптического излучения в ФПМ
– отсутствии поглощении оптического излучения в ФПМ
– сопоставимых концентраций полимера и наночастиц

13. В линейном режиме голографической записи ФС в ФПМ
– амплитуды всех пространственных гармоник сопоставимы
– амплитуда первой пространственной гармоники существенно больше высших
– амплитуды высших пространственных гармоник существенно больше первой

14. В нелинейном режиме голографической записи ФС в ФПМ
– амплитуды всех пространственных гармоник сопоставимы
– амплитуда первой пространственной гармоники существенно больше высших
– амплитуды высших пространственных гармоник существенно больше первой

15. Взаимодействие оптического излучения с периодическими фотонными структурами. состоит в
– в дифракции световых полей
– в интерференции световых полей
– в дифракции и интерференции световых полей

16. Волновые уравнения брэгговской дифракция света на фотонных структурах. связывают между собой
– амплитуды световых волн различных дифракционных порядков
– интенсивности световых волн различных дифракционных порядков
– фазы световых волн различных дифракционных порядков

17. Передаточные функции фотонных структур это
– отношение амплитуды световых волн в различных дифракционных порядках к амплитуде падающей световой волны
– отношение интенсивности световых волн в различных дифракционных порядков к интенсивности падающей световой волны
– отношение фазы световых волн в различных дифракционных порядках к интенсивности падающей световой волны

Согласована на портале № 37423

18. Форма передаточной функции фотонных структур в ФПМ зависят от
– амплитуды падающей световой волны
– пространственного профиля фотонной структуры
– периода фотонной структуры

19. Дифракционная эффективность фотонных структур это
– отношение амплитуды световых волн в различных дифракционных порядках к амплитуде падающей световой волны
– отношение интенсивности световых волн в различных дифракционных порядков к интенсивности падающей световой волны
– отношение фазы световых волн в различных дифракционных порядках к интенсивности падающей световой волны

20. Угловая селективность фотонных структуры зависит это
– периода фотонной структуры
– амплитуды падающей световой волны
– пространственных профиля гармоник фотонной структуры

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Основные материалы для изготовления голографических фотонных структур.
2. Методы изготовления наноструктурированных фотополимерных материалов на основе ПММА и композиций с жидкими кристаллами и наночастицами.
3. Методы двухпучковой записи одномерных фотонных структур в пропускающей геометрии.
4. Методы двухпучковой записи одномерных фотонных структур в отражательной геометрии.
5. Последовательная схема формирования двух и трехмерных фотонных структур
6. Параллельная схема формирования двух и трехмерных фотонных структур.
7. Фотополиеризационнный и диффузионный механизмы формирования фотонных структур.
8. Уравнения фотополимеризационной кинетики голографического формирования фотонных структур в наноструктрурированных фотополимерных материалах
9. Диффузионные уравнения голографического формирования фотонных структур в наноструктрурированных фотополимерных материалах.
10. Пространственные профили амплитуд Фурье гармоник фотонных структур.
11. Влияние фотоиндуцированного изменения оптического поглощения на кинетики формирования амплитудных профилей гармоник.
12. Взаимодействие оптического излучения с периодическими фотонными структурами.
13. Волновые уравнения брэгговской дифракция света на фотонных структурах.
14. Передаточные функции фотонных структур.
15. Дифракционные характеристики фотонных структур - дифракционная эффективность.
16. Дифракционные характеристики фотонных структур - угло -частотные полосы пропускания.
17. Понятие о нелинейных фотонных структурах.
18. Двумерный фазовый синхронизм при генерации второй гармоники в нелинейных фотонных структурах.
19. Двумерная нелинейная дифракция в нелинейных фотонных структурах.
20. Планарные и обьемные оптические фильтры на основе одномерных фотонных структур в фотополимерных материалах.
21. Электрически управляемые оптические ответвители на основе фотополимерно-жидкокристаллических фотонных структурах.
22. Оптические мультиплексоры / демультиплексоры на основе наложенных двумерных голографических фотонных структурах.

Согласована на портале № 37423

14.1.3. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Раздел 1 Общие сведения о голографических фотонных структурах в наноструктурированных материалах

1. Основные материалы для изготовления голографических фотонных структур.
2. Методы изготовления наноструктурированных фотополимерных материалов на основе ПММА и композиций с жидкими кристаллами и наночастицами.
3. Фотополиеризационнный и диффузионный механизмы формирования фотонных структур.
4. Уравнения фотополимеризационной кинетики голографического формирования фотонных структур в наноструктрурированных фотополимерных материалах
5. Диффузионные уравнения голографического формирования фотонных структур в наноструктрурированных фотополимерных материалах.
6. Влияние фотоиндуцированного изменения оптического поглощения на кинетики формирования амплитудных профилей гармоник.
7. Пространственные профили амплитуд Фурье гармоник фотонных структур.

Раздел 2 Формирование голографических фотонных структур

8. Методы двухпучковой записи одномерных фотонных структур в пропускающей геометрии.

• Кинетические уравнения голографической записи в ФПМ-ЖК
• Запись ПГДР с учетом постоянного оптического поглощения ФПМ-ЖК .
• Запись ПГДР световыми волнами с существенно-различными амплитудами с учетом самодифракции
• Запись ПГДР световыми пучками с неоднородным амплитудно-фазовым ираспределением
• Запись ПГДР с учетом высших пространственных гармоник
• Многоволновое смешение на высших пространственных гармониках ПГДР

Раздел 3 Формирование голографических фотонных структур

1. Методы двухпучковой записи одномерных фотонных структур в отражательной геометрии.

• Запись ОГДР с учетом постоянного оптического поглощения ФПМЖК
• Запись ОГДР световыми волнами с существенно-различными амплитудами с учетом самодифракции
• Запись ОГДР с учетом высших пространственных гармоник
• Многоволновое смешение на высших пространственных гармониках

2. Последовательная запись наложенных голографических дифракционных структур в ФПМ (последовательное формирование двух и трехмерных фотонных структур)

• Формирование основных гармоник НГДР в ФПМ с фотоиндуцированным изменением поглощения
- Аналитическая модель процесса формирования НГДР
- Результаты численного моделирования формирования НГДР
• Формирование высших пространственных гармоник НГДС в поглощающих ФПМ при нелинейных взаимодействиях гармоник
- Математическое модель процесса формирования НГДС
- Результаты численного моделирования формирования НГДР
• Формирования дополнительных пространственных гармоник при двухпучковых взаимодействиях записывающих волн при записи НГДР
- Математическая модель процесса формирования дополнительных пространственных гармоник НГДС
- Результаты численного моделирования

3. Параллельная многопучковая запись наложенных голографических дифракционных структур (параллельное формирование двух и трехмерных фотонных структур).

• Геометрия формирования НГДС различной симметрии
• Аналитическая модель процессов формирования НГДС

Согласована на портале № 37423

• Результаты моделирования процесса формирования НГДС
- Пропускающая геометрия
- Гибридная геометрия

Раздел 4 Взаимодействие оптического излучения с голографическими фотонными структурами.

1. Волновые уравнения брэгговской дифракция света на фотонных структурах.
2. Передаточные функции фотонных структур.
3. Дифракционные характеристики фотонных структур - дифракционная эффективность, угло – частотная селективность.
4. Дифракционные свойства пространственно неоднородных ПГДР
• Дифракционная эффективность и селективные свойства
• Дифракционные свойства ПГДР с учетом самодифракции при малом контрасте
• Дифракционные свойства ПГДР в поглощающем ФПМ с учетом высших пространственных гармоник
• Дифракционные свойства ПГДР с учетом многоволнового смешения на высших пространственных гармониках
• Дифракционные свойства ПГДР, записанных пучками с амплитудно-фазовым неоднородным распределением
5. Дифракционные свойства пространственно неоднородных ОГДР
• Дифракционная эффективность и селективные свойства
• Дифракционные свойства ОГДР в поглощающем ФПМ
• Дифракционные свойства ОГДР с учетом самодифракции при малом контрасте
• Дифракционные свойства ОГДР в поглощающем ФПМ с учетом высших пространственных гармоник

Раздел 5 Практические приложения голографических фотонных структур

6. Планарные и обьемные оптические фильтры на основе одномерных фотонных структур в фотополимерных материалах.
7. Электрически управляемые оптические ответвители на снове фотополимерно-жидкокристаллических фотонных структурах.
8. Оптические мультиплексоры / демультиплексоры на основе наложенных двумерных голографических фотонных структурах.

14.1.4. Темы расчетных работ

1. Расчет кинетики формирования голографических фотонных структур в линейном режиме записи
2. Расчет амплитуд пространственных Фурье-гармоник голографических фотонных структур в нелинейном режиме записи
3. Расчет дифракционных характеристик одномерных голографических фотонных структур
4. Моделирование процессов формирования и дифракционных характеристик двумерных голографических фотонных структур

14.1.5. Темы лабораторных работ

Исследование голографического формирования одномерных фотонных структур в фотополимерных материалах

Исследование голографического формирования двумерных фотонных структур методом последовательного углового мультиплексирования.

Исследование дифракционных характеристик одномерных голографических фотонных структур

Исследование дифракционных характеристик двумерных голографических фотонных структур

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополни-

Согласована на портале № 37423

тельные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

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

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

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

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

Согласована на портале № 37423