



УТВЕРЖДАЮ

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенов Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ФОТОННЫЕ СТРУКТУРЫ В НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛАХ**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

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

Направленность (профиль) / специализация: **Интегральная фотоника и оптоэлектроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**

Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	108	108	часов
Общая трудоемкость	144	144	часов
(включая промежуточную аттестацию)	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	2

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Формирование у студентов современных физических принципов и технических представлений о методах формирования и исследования характеристик фотонных структур в наноструктурированных материалах.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение знаний о физических основах формирования, математическом описании, характеристиках и использовании фотонных структур в наноструктурированных материалах.

2. Приобретение навыков по исследованиям голографического формирования фотонных структур в наноструктурированных материалах.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.02.04.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Профессиональные компетенции</b>		

ПК-2. Способен использовать современные достижения науки и передовые технологии в профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знает терминологию в области фотоники и оптоинформатики.	Знает терминологию в области фотоники и оптоинформатики, используемую при проектировании фотонных структур в наноструктурированных материалах
	ПК-2.2. Умеет выполнять трудовые действия с использованием современных достижений науки и передовых технологий при решении задач профессиональной деятельности	Умеет выполнять трудовые действия с использованием современных достижений науки и передовых технологий при решении задач профессиональной деятельности применительно к фотонным структурам в наноструктурированных материалах
	ПК-2.3. Владеет навыками чтения научных текстов по профилю профессиональной деятельности (выделять смысловые конструкции для понимания всего текста, объяснять принципы работы описываемых современных достижений науки и передовых технологий)	Владеет навыками чтения научных текстов по профилю профессиональной деятельности (выделять смысловые конструкции для понимания всего текста, объяснять принципы работы описываемых современных достижений науки и передовых технологий применительно к фотонным структурам в наноструктурированных материалах)

#### 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	108	108
Подготовка к зачету с оценкой	78	78
Подготовка к тестированию	30	30
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	144	144
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	4	4

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции

<b>2 семестр</b>					
1 Голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	2	-	16	18	ПК-2
2 Пропускающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	6	12	32	50	ПК-2
3 Отражающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	6	-	30	36	ПК-2
4 Наложённые голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	4	6	30	40	ПК-2
Итого за семестр	18	18	108	144	
Итого	18	18	108	144	

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
<b>2 семестр</b>			
1 Голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Основные материалы для изготовления голографических фотонных структур. Методы изготовления наноструктурированных фотополимерных материалов на основе ПММА и композиций с жидкими кристаллами и наночастицами.	2	ПК-2
	Итого	2	
2 Пропускающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Математические модели процессов формирования и дифракции света на пропускающих голографических фотополимерно-жидкокристаллических фотонных структурах. Кинетики формирования профилей фотонных структур и их дифракционные свойства.	6	ПК-2
	Итого	6	
3 Отражающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Математические модели процессов формирования и дифракции света на отражательных голографических фотополимерно-жидкокристаллических фотонных структурах. Кинетики формирования профилей фотонных структур и их дифракционные свойства.	6	ПК-2
	Итого	6	

4 Наложённые голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Математические модели процессов формирования и дифракции света на мультиплексированных голографических фотополимерно-жидкокристаллических фотонных структурах. Кинетики формирования профилей фотонных структур и их дифракционные свойства.	4	ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>2 семестр</b>			
2 Пропускающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Расчет кинетики формирования голографических фотонных структур в линейном режиме записи	4	ПК-2
	Расчет амплитуд пространственных Фурье-гармоник голографических фотонных структур в нелинейном режиме записи	4	ПК-2
	Расчет дифракционных характеристик одномерных голографических фотонных структур	4	ПК-2
	Итого	12	
4 Наложённые голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Моделирование процессов формирования и дифракционных характеристик двумерных голографических фотонных структур	6	ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
<b>2 семестр</b>				
1 Голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Подготовка к зачету с оценкой	10	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	6	ПК-2	Тестирование
	Итого	16		
2 Пропускающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Подготовка к зачету с оценкой	24	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	8	ПК-2	Тестирование
	Итого	32		
3 Отражающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Подготовка к зачету с оценкой	22	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	8	ПК-2	Тестирование
	Итого	30		
4 Наложённые голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Подготовка к зачету с оценкой	22	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	8	ПК-2	Тестирование
	Итого	30		
Итого за семестр		108		
Итого		108		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	Зачёт с оценкой, Тестирование

### 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

#### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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
<b>2 семестр</b>				
Зачёт с оценкой	15	20	20	55
Тестирование	15	15	15	45

Итого максимум за период	30	35	35	100
Нарастающим итогом	30	65	100	100

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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	E (посредственно)
	60 – 64	
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Голографические фотонные структуры в наноструктурированных материалах.: Учебное пособие / С. Н. Шарангович - 2022. 119 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10060>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Взаимодействие световых полей с неоднородными волноводными и многослойными дифракционными структурами в фотополимерных и фоторефрактивных средах : монография / А. С. Перин, А. О. Сёмкин, С. Н. Шарангович. - Уфа: Аэтерна, 2020. - 154 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.).

2. Шарангович, Сергей Николаевич. Голографическое формирование и дифракционные свойства неоднородных фотонных структур в фотополимерно-жидкокристаллических композициях: монография / С. Н. Шарангович, А. О. Семкин., Под ред. С. Н. Шаранговича. – Уфа: Аэтерна, 2017 . – 151 с . [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/monographies/70>.

3. Голографические фотонные структуры в наноструктурированных фотополимерных материалах: монография/ С.Н. Шарангович. – Уфа: Аэтерна, 2022. – 202с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49539215>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Голографические фотонные структуры в наноструктурированных материалах: Учебное методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / С. Н. Шарангович - 2022. 46 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10079>.

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

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

## **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

### **8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

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

Учебно-научная лаборатория микроэлектроники и фотоники: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 226/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Системный блок 1 1 шт.

Системный блок 2 14 шт.

Монитор 27" 15 шт.

Панель интерактивная LMP7502ELN Lumien 75EL

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Microsoft Windows 10 Pro;
- PTC Mathcad 14;

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

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

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;



- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную

информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

#### **8.4. 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 зрения** 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.

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

#### **9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Пропускающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

3 Отражающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Наложённые голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.

3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. В состав фотополимерных композиций для изготовления голографических фотонных структур входят:
  - а) краситель, мономер, фотополимер
  - б) краситель, инициатор, фотополимер
  - в) краситель, инициатор, мономер
  - г) краситель, инициатор, наночастицы
2. Метод изготовления наноструктурированных фотополимерных материалов на основе ПММА и композиций с жидкими кристаллами и наночастицами состоит:
  - а) в последовательном нанесении ПММА, ЖК и наночастиц на подложку
  - б) в смешивании ПММА, ЖК и наночастиц на подложке
  - в) коллоидной смеси ПММА, ЖК и наночастиц на подложке
  - г) в аэрозольном напылении ПММА, ЖК и наночастиц на подложку
3. Двухпучковая запись одномерных фотонных структур в пропускающей геометрии происходит при:
  - а) интерференции двух ортогонально – поляризованных сонаправленных световых волн
  - б) интерференции двух одинаково поляризованных противоположно направленных световых волн
  - в) интерференции двух одинаково поляризованных сонаправленных световых волн
  - г) дифракции двух одинаково поляризованных сонаправленных световых волн
4. Метод двухпучковой записи одномерных фотонных структур в отражательной геометрии происходит при
  - а) интерференции двух ортогонально – поляризованных сонаправленных световых волн
  - б) интерференции двух одинаково поляризованных противоположно направленных световых волн
  - в) интерференции двух одинаково поляризованных сонаправленных световых волн
  - г) дифракции двух одинаково поляризованных сонаправленных световых волн
5. В последовательной схеме формирования двумерных фотонных структур осуществляется
  - а) последовательная двухпучковая запись нескольких одномерных фотонных структур при их угловом мультиплексировании
  - б) параллельная запись нескольких одномерных фотонных структур при их угловом мультиплексировании
  - в) последовательная однопучковая запись нескольких одномерных фотонных структур при их угловом мультиплексировании
  - г) перископическая двухпучковая запись нескольких одномерных фотонных структур
6. В параллельной схеме формирования двумерных фотонных структур осуществляется
  - а) последовательная трехпучковая запись нескольких одномерных фотонных структур при их угловом мультиплексировании
  - б) одновременная запись нескольких одномерных фотонных структур несколькими световыми волнами
  - в) одновременная запись нескольких одномерных фотонных структур двумя световыми

- волнами
- г) перископическая двухпучковая запись нескольких одномерных фотонных структур
7. Фотополимеризационный механизм формирования фотонных структур фотополимерных материалах заключается в
    - а) в образовании полимерных цепей в процессе фотополимеризации в максимумах интенсивности интерференционной картины светового поля
    - б) в образовании мономерных цепей в процессе фотополимеризации в минимумах интенсивности интерференционной картины светового поля
    - в) в образовании полимерных цепей в процессе фотополимеризации в минимумах интенсивности интерференционной картины светового поля
    - г) в образовании радикальных цепей в процессе фотополимеризации в минимумах интенсивности интерференционной картины светового поля
  8. Диффузионный механизм формирования фотонных структур в фотополимерных материалах заключается в
    - а) в перераспределении однородной концентрации компонент фотополимерного материала при их взаимодиффузии
    - б) в перераспределении неоднородной концентрации компонент фотополимерного материала при их диффузии
    - в) при взаимодиффузии компонент фотополимерного материала при пространственной неоднородности их концентрации
    - г) при самодиффузии компонент фотополимерного материала при пространственной неоднородности их концентрации
  9. Фотополимеризационно-диффузионный механизм формирования фотонных структур в наноструктурированных фотополимерных материалах осуществляется
    - а) когда время фотополимеризации превышает время диффузии
    - б) когда время диффузии превышает время фотополимеризации
    - в) когда время релаксации превышает время фотополимеризации
    - г) когда время фотополимеризации превышает время релаксации
  10. Уравнения фотополимеризационной кинетики голографического формирования фотонных структур в наноструктурированных фотополимерных материалах связывают между собой
    - а) концентрации полимера с показателем преломления
    - б) концентрацию мономера с показателем преломления
    - в) концентрации мономера и полимера с показателем преломления
  11. Диффузионные уравнения голографического формирования фотонных структур в наноструктурированных фотополимерных материалах. связывают между собой
    - а) концентрацию мономера с показателем преломления
    - б) концентрации всех компонент
    - в) концентрацию мономера с концентрацией полимера
    - г) концентрацию мономера с концентрацией наночастиц
  12. Пространственные профили амплитуд Фурье гармоник фотонных структур в процессе их записи становятся неоднородными при
    - а) поглощении оптического излучения в ФПМ
    - б) отсутствии поглощения оптического излучения в ФПМ
    - в) сопоставимых концентраций полимера и наночастиц
    - г) фотоиндуцированном изменении оптического поглощения
  13. В линейном режиме голографической записи ФС в ФПМ
    - а) амплитуды всех пространственных гармоник сопоставимы
    - б) амплитуда первой пространственной гармоники существенно больше высших
    - в) амплитуды высших пространственных гармоник существенно больше первой
    - г) амплитуда второй пространственной гармоники существенно больше других
  14. В нелинейном режиме голографической записи ФС в ФПМ
    - а) амплитуды всех пространственных гармоник сопоставимы
    - б) амплитуда первой пространственной гармоники существенно больше высших
    - в) амплитуды высших пространственных гармоник существенно больше первой
    - г) амплитуда третьей пространственной гармоники существенно больше других
  15. Взаимодействие оптического излучения с периодическими фотонными структурами.

- состоит в
- а) в дифракции световых полей
  - б) в интерференции световых полей
  - в) в дифракции и интерференции световых полей
  - г) в тепловом воздействии
16. Волновые уравнения брэгговской дифракция света на фотонных структурах. связывают между собой
- а) амплитуды световых волн различных дифракционных порядков
  - б) интенсивности световых волн различных дифракционных порядков
  - в) фазы световых волн различных дифракционных порядков
  - г) поляризации световых волн различных дифракционных порядков
17. Передаточные функции фотонных структур это
- а) отношение амплитуды световых волн в различных дифракционных порядках к амплитуде падающей световой волны
  - б) отношение интенсивности световых волн в различных дифракционных порядков к интенсивности падающей световой волны
  - в) отношение фазы световых волн в различных дифракционных порядках к интенсивности падающей световой волны
  - г) отношение поляризаций световых волн в различных дифракционных порядках к интенсивности падающей световой волны
18. Форма передаточной функции фотонных структур в ФПМ зависит от
- а) амплитуды падающей световой волны
  - б) пространственного профиля фотонной структуры
  - в) периода фотонной структуры
  - г) поляризации падающей световой волны
19. Дифракционная эффективность фотонных структур это
- а) отношение амплитуды световых волн в различных дифракционных порядках к амплитуде падающей световой волны
  - б) отношение интенсивности световых волн в различных дифракционных порядков к интенсивности падающей световой волны
  - в) отношение фазы световых волн в различных дифракционных порядках к интенсивности падающей световой волны
  - г) отношение частоты световых волн в различных дифракционных порядках к частоте падающей световой волны
20. Угловая селективность фотонных структуры зависит
- а) периода фотонной структуры
  - б) амплитуды падающей световой волны
  - в) пространственных профиля гармоник фотонной структуры
  - г) фазы падающей световой волны

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

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. Фотополимеризационный и диффузионный механизмы формирования фотонных структур.
8. Уравнения фотополимеризационной кинетики голографического формирования фотонных структур в наноструктурированных фотополимерных материалах

9. Диффузионные уравнения голографического формирования фотонных структур в наноструктурированных 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 объемные 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.

## **9.2. Методические рекомендации**

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

#### **9.4. 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.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ  
протокол № 10 от « 7 » 12 2024 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПИШ	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4- 9a8a-4ff4e15b36fe
Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4- 9a8a-4ff4e15b36fe
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73

### ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4- 9a8a-4ff4e15b36fe
Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	Ю.В. Шульгина	Согласовано, ea49db22-c3de-481e- 88a5-479145e4aa44

### РАЗРАБОТАНО:

Ассистент, каф. СВЧиКР	В. Долгирев	Разработано, 0bab068e-1d84-4188- 8869-97bcc42b2ec6
Профессор, каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Разработано, b7d1ae21-2df2-4bc3- 9352-43aa04a5b956