МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по учебной работе
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 г.

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 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	28	28	часов
Практические занятия	36	36	часов
Самостоятельная работа	80	80	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по учебной работе
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 85047

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: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Профессиональный модуль.
Индекс дисциплины: Б1.О.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
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-3. Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.1. Знает структуру, назначение и содержание современных информационных ресурсов, используемых в научно-исследовательской работе	Знает виды, структуру, назначение и особенности применения современных информационных ресурсов, баз данных, электронных библиотек, научных поисковых систем и цифровых инструментов, используемых при выполнении научно-исследовательских и инженерных задач в предметной области
	ОПК-3.2. Умеет осуществлять информационный поиск и использует новые знания в своей предметной области	Умеет выполнять поиск, отбор, анализ и систематизацию научно-технической информации с использованием информационных систем и цифровых технологий; применять полученные новые знания для решения задач в своей предметной области
	ОПК-3.3. Владеет навыками предложения новых идей и подходов к решению инженерных задач с использованием информационных систем и технологий	Владеет навыками использования информационных систем и технологий для анализа инженерных задач, обоснования новых технических идей, выбора рациональных подходов к их решению и представления полученных результатов в научно-технической форме

Согласована на портале № 85047

Профессиональные компетенции		
ПК-1. Способен осуществлять постановку задач исследования в области интегральной фотоники и оптоэлектроники, формировать план реализации научно-исследовательских и прикладных работ, выбирать адекватные методы исследования фотонных структур и оптических материалов	ПК-1.1. Знает принципы подготовки и проведения научных исследований и технических разработок	Знает основные принципы подготовки, организации и проведения научных исследований и технических разработок в области интегральной фотоники и оптоэлектроники, включая постановку цели, формулирование задач, выбор объекта исследования и определение ожидаемых результатов
	ПК-1.2. Умеет планировать порядок проведения научных исследований	Умеет планировать порядок проведения научного исследования, определять последовательность этапов работы, выбирать необходимые методы, средства измерений и критерии оценки результатов при исследовании фотонных структур и оптических материалов
	ПК-1.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов	Владеть навыками выбора, обоснования и применения теоретических и экспериментальных методов исследования фотонных структур и оптических материалов с учетом поставленных научно-технических задач

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 5 зачетных единиц, 180 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
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	64	64
Лекционные занятия	28	28
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	80	80
Подготовка к тестированию	80	80
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

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

Согласована на портале № 85047

2 семестр					
1 Голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	4	4	12	20	ОПК-3, ПК-1
2 Пропускающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	10	22	28	60	ОПК-3, ПК-1
3 Отражающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	8	4	20	32	ОПК-3, ПК-1
4 Наложенные голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	6	6	20	32	ОПК-3, ПК-1
Итого за семестр	28	36	80	144	
Итого	28	36	80	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
2 семестр			
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.	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
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.	10	ОПК-3, ПК-1
	Итого	10	
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.	8	ОПК-3, ПК-1
	Итого	8	

Согласована на портале № 85047

4 Наложенные 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.	6	ОПК-3, ПК-1
	Итого	6	
Итого за семестр		28	
Итого		28	

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
2 семестр			
1 Голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Расчет интенсивности записывающего светового поля при прохождении через фотополимерные композиции с учетом фотоиндуцированного поглощения материала	2	ОПК-3, ПК-1
	Расчет угла поворота директора жидких кристаллов для ФПМ-ЖК и КПЖК материалов	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 85047

2 Пропускающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Расчет кинетики формирования голографических фотонных структур в линейном режиме записи	4	ОПК-3, ПК-1
	Расчет амплитуд пространственных Фурье-гармоник голографических фотонных структур в нелинейном режиме записи	4	ОПК-3, ПК-1
	Расчет дифракционных характеристик одномерных голографических фотонных структур	4	ОПК-3, ПК-1
	Расчет кинетики формирования многослойных голографических дифракционных структур в фотополимеризующихся материалах	6	ОПК-3, ПК-1
	Расчет дифракционных характеристик многослойных голографических дифракционных структур, сформированных в фотополимеризующихся материалах	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	22	
3 Отражающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Расчет дифракционных характеристик одномерных отражательных голографических фотонных структур	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
4 Наложенные голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Моделирование процессов формирования и дифракционных характеристик двумерных голографических фотонных структур	6	ОПК-3, ПК-1
	Итого	6	
	Итого за семестр	36	
	Итого	36	

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

Согласована на портале № 85047

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Подготовка к тестированию	12	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Итого	12		
2 Пропускающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Подготовка к тестированию	28	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Итого	28		
3 Отражающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Подготовка к тестированию	20	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Итого	20		
4 Наложенные голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	Подготовка к тестированию	20	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Итого	20		
	Итого за семестр	80		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
	Итого	116		

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.	
ОПК-3	+	+	+	Тестирование, Экзамен
ПК-1	+	+	+	Тестирование, Экзамен

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
2 семестр				
Тестирование	20	20	30	70
Экзамен				30

Согласована на портале № 85047

Итого максимум за период	20	20	30	100
Нарастающим итогом	20	40	70	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	
	60 – 64	E (посредственно)
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. – 202 с. [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 Office 2019;
- 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:

Согласована на портале № 85047

- 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	ОПК-3, ПК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Пропускающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	ОПК-3, ПК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 85047

3 Отражающие голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	ОПК-3, ПК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Наложенные голографические дифракционные структуры в фотополимеризующихся композициях	ОПК-3, ПК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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 **ориентирования**, 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.

Согласована на портале № 85047

3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** 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 **системном** 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 противонаправленных 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 противонаправленных 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

Согласована на портале № 85047

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 наноструктрурированных 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 поглощении 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 третей пространственной гармоники существенно больше других.
15. Взаимодействие оптического излучения с периодическими фотонными структурами

Согласована на портале № 85047

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 от:
а) периода фотонной структуры;
б) амплитуды падающей световой волны;
в) пространственных профиля гармоник фотонной структуры;
г) фазы падающей световой волны

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

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 наноструктурированных фотополимерных материалах.
10. Пространственные профили амплитуд Фурье гармоник фотонных структур.

Согласована на портале № 85047

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

Согласована на портале № 85047

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.

Согласована на портале № 85047

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 3 от «21» 10 2025 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	Г.А. Цой	Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. СВЧиКР	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	А.В. Жечева	Согласовано, 10222954-0bcd-4026-99f7-5b18919a1928

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. СВЧиКР	В. Долгирев	Разработано, 0bab068e-1d84-4188-8869-97bcc42b2ec6

Согласована на портале № 85047