МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 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 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	18	18	часов
Самостоятельная работа	72	72	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 79274

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.01.13.
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		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 79274

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 3 зачетных единиц, 108 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	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Подготовка к зачету с оценкой	24	24
Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	24	24
Подготовка к тестированию	24	24
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

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

Согласована на портале № 79274

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр					
1 Голографические методы формирования фотонных структур.	2	4	14	20	ПК-2
2 Физические механизмы формирования фотонных структур в наноструктурированных фотополимерных материалах.	4	4	14	22	ПК-2
3 Волновая оптика периодических фотонных структур.	4	4	14	22	ПК-2
4 Технология и материалы голографических фотонных структур.	2	-	8	10	ПК-2
5 Основные положения нелинейной оптики голографических фотонных структур.	2	6	14	22	ПК-2
6 Голографические фотонные структуры для оптических приборов и систем передачи и обработки информации	4	-	8	12	ПК-2
Итого за семестр	18	18	72	108	
Итого	18	18	72	108	

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 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	ПК-2
	Итого	2	

Согласована на портале № 79274

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	ПК-2
	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	ПК-2
	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	ПК-2
	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.	2	ПК-2
	Итого	2	

Согласована на портале № 79274

6 Голографические фотонные структуры для оптических приборов и систем передачи и обработки информации	Планарные и обьемные оптические фильтры на основе одномерных фотонных структур в фотополимерных материалах. Электрически управляемые оптические ответвители на снове фотополимерно-жидкокристаллических фотонных структурах. Оптические мультиплексоры / демультиплексоры на основе наложенных двумерных голографических фотонных структурах.	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
2 семестр			
1 Голографические методы формирования фотонных структур.	Расчет кинетики формирования голографических фотонных структур в линейном режиме записи	4	ПК-2
	Итого	4	
2 Физические механизмы формирования фотонных структур в наноструктурированных фотополимерных материалах.	Расчет амплитуд пространственных Фурье-гармоник голографических фотонных структур в нелинейном режиме записи	4	ПК-2
	Итого	4	
3 Волновая оптика периодических фотонных структур.	Расчет дифракционных характеристик одномерных голографических фотонных структур	4	ПК-2
	Итого	4	
5 Основные положения нелинейной оптики голографических фотонных структур.	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

Согласована на портале № 79274

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
2 семестр				
1 Голографические методы формирования фотонных структур.	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	6	ПК-2	Расчетная / расчетно-графическая работа
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Итого	14		
2 Физические механизмы формирования фотонных структур в наноструктурированных фотополимерных материалах.	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	6	ПК-2	Расчетная / расчетно-графическая работа
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Итого	14		
3 Волновая оптика периодических фотонных структур.	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	6	ПК-2	Расчетная / расчетно-графическая работа
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Итого	14		
4 Технология и материалы голографических фотонных структур.	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Итого	8		
5 Основные положения нелинейной оптики голографических фотонных структур.	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	6	ПК-2	Расчетная / расчетно-графическая работа
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Итого	14		

Согласована на портале № 79274

6 Голографические фотонные структуры для оптических приборов и систем передачи и обработки информации	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Итого	8		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности 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, Расчетная / расчетно-графическая работа, 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
2 семестр				
Зачёт с оценкой	10	10	10	30
Расчетная / расчетно-графическая работа	15	15	15	45
Тестирование	5	10	10	25
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

Согласована на портале № 79274

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 [Текст] : монография / А. С. Перин, А. О. Сёмкин, С. Н. Шарангович ; ред. С. Н. Шарангович ; рец.: А. П. Коханенко, А. А. Тихомиров. - 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.

Согласована на портале № 79274

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. 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:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 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

Согласована на портале № 79274

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 методы формирования фотонных структур.	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Расчетная / расчетно-графическая работа	Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Физические механизмы формирования фотонных структур в наноструктурированных фотополимерных материалах.	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Расчетная / расчетно-графическая работа	Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Волновая оптика периодических фотонных структур.	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Расчетная / расчетно-графическая работа	Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 79274

4 Технология и материалы голографических фотонных структур.	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Основные положения нелинейной оптики голографических фотонных структур.	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Расчетная / расчетно-графическая работа	Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Голографические фотонные структуры для оптических приборов и систем передачи и обработки информации	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

Согласована на портале № 79274

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.
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 в :
   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

Согласована на портале № 79274

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 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

Согласована на портале № 79274

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. 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.

Согласована на портале № 79274

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.

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ

1. Расчет кинетики формирования голографических фотонных структур в линейном режиме записи
2. Расчет кинетики формирования нулевой и первой гармоник мономера от отношения времени полимеризации к времени диффузии
3. Расчет кинетики формирования нулевой и первой гармоник показателя преломления от отношения времени полиме-ризации к времени диффузии
4. Расчет влияния поглощения ФПМ на кинетику формирования нулевой и первой гармоник показателя преломления при различных отношениях времени полимеризации к времени диффузии
5. Расчет влияния на кинетику записи первой гармоники профиля показателя преломления.
6. Расчет амплитуд пространственных Фурье-гармоник голографических фотонных структур в нелинейном режиме записи
7. Расчет дифракционных характеристик одномерных голографических фотонных структур
8. Моделирование процессов формирования и дифракционных характеристик двумерных голографических фотонных структур
9. Провести моделирование кинетик дифракционной эффективности двумерной ГФС, сформированной методом двухпучковой записи при угловом мультиплексировании.
10. Провести расчет угловой селективности дифракционной эффективности двумерной ГФС,
11. Определить угловые апертуры наложенных ГФС, положение и величину первых боковых лепестков передаточной функции ГФС..

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

Согласована на портале № 79274

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.

Согласована на портале № 79274

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 № 79274

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 3 от «18» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПИШ	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

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
Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Разработано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956

Согласована на портале № 79274