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 учебной работе

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c
Владелец: Сенченко Павел Васильевич
Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФОТОРЕФРАКТИВНАЯ И НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника волноводных, нелинейных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Практические занятия	28	28	часов
Лабораторные занятия	8	8	часов
Самостоятельная работа	36	36	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	1

Томск

Согласована на портале № 61879

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение магистрантами глубоких и современных знаний по физическим основам фоторефрактивной и нелинейной оптики и по принципам использования нелинейно-оптических явлений в квантовой и оптической электронике.

1.2. Задачи дисциплины

1. Расширение и углубление знаний кристаллооптики, электрооптических, акустооптических, магнитооптических эффектов, физических механизмов нелинейнооптических явлений, условий их осуществления в реальных средах. Раскрыть принципы дескрипции, математического моделирования и анализа нелинейно-оптических явлений, а также способов их использования в приборах квантовой и оптической электроники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Фотоника и нелинейная оптика.
Индекс дисциплины: Б1.В.01.02.
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 № 61879

ПКР-2. Способен к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи	ПКР-2.1. Постановка задачи и определение набора параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и особенностей работы изделий оптотехники.	Умеет осуществлять системный, модельный и экспериментально-методический подходы к нелинейно-птическим явлениям, проводить оценку границ применимости нелинейных моделей
	ПКР-2.2. Определяет выходные параметры и функции разрабатываемого оптико-электронного прибора, которые должны быть определены в результате моделирования его функционирования на основе физических процессов и явлений.	Знает методики определения выходных параметров и функций разрабатываемого оптико-электронного прибора
	ПКР-2.3. Разрабатывает математические модели функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений.	Владеет методиками разработки математических моделей функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений.
	ПКР-2.4. Владеет навыками проведения компьютерного моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений.	Владеет навыками проведения компьютерного моделирования функционирования оптико-электронных приборов
	ПКР-2.5. Проводит анализ полученных результатов моделирования работы оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений.	Умеет проводить анализ полученных результатов моделирования работы оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений

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
		1 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Практические занятия	28	28
Лабораторные занятия	8	8

Согласована на портале № 61879

Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Подготовка к тестированию	12	12
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	24	24
Подготовка и сдача экзамена	36	36
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

Названия разделов (тем) дисциплины	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр					
1 Введение	2	-	2	4	ПКР-2
2 Фундаментальные аспекты и основные эффекты фоторефрактивной и нелинейной оптики	6	2	8	16	ПКР-2
3 Генерация второй оптической гармоники	6	2	8	16	ПКР-2
4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография	8	2	9	19	ПКР-2
5 Технические приложения фоторефрактивной и нелинейной оптики	6	2	9	17	ПКР-2
Итого за семестр	28	8	36	72	
Итого	28	8	36	72	

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
1 семестр			
1 Введение	Световые волны в анизотропных средах. Линейная и нелинейная поляризация среды	-	ПКР-2
	Итого	-	
2 Фундаментальные аспекты и основные эффекты фоторефрактивной и нелинейной оптики	Механизмы модуляции оптических свойств фоторефрактивных кристаллов динамическими голограммами. Дифракция света на объемных фазовых голограммах. Уравнения связанных волн	-	ПКР-2
	Итого	-	

Согласована на портале № 61879

3 Генерация второй оптической гармоники	Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники в одноосных и двуосных кристаллах. Генерация второй гармоники в условиях истощения волны накачки	-	ПКР-2
	Итого	-	
4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография	Зонные модели перераспределения заряда в фоторефрактивных кристаллах. Формирование фоторефрактивных динамических голограмм. Самодифракция световых волн на динамических голограммах в фоторефрактивных кристаллах	-	ПКР-2
	Итого	-	
5 Технические приложения фоторефрактивной и нелинейной оптики	Адаптивная интерферометрия с использованием динамических фоторефрактивных голограмм	-	ПКР-2
	Итого	-	
	Итого за семестр	-	
	Итого	-	

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
1 семестр			
1 Введение	Световые волны в анизотропных средах. Линейная и нелинейная поляризация среды	2	ПКР-2
	Итого	2	
2 Фундаментальные аспекты и основные эффекты фоторефрактивной и нелинейной оптики	Механизмы модуляции оптических свойств фоторефрактивных кристаллов динамическими голограммами. Дифракция света на объемных фазовых голограммах. Уравнения связанных волн	6	ПКР-2
	Итого	6	
3 Генерация второй оптической гармоники	Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники в одноосных и двуосных кристаллах. Генерация второй гармоники в условиях истощения волны накачки	6	ПКР-2
	Итого	6	

Согласована на портале № 61879

4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография	Зонные модели перераспределения заряда в фоторефрактивных кристаллах. Формирование фоторефрактивных динамических голограмм	4	ПКР-2
	Самодифракция световых волн на динамических голограммах в фоторефрактивных кристаллах	4	ПКР-2
	Итого	8	
5 Технические приложения фоторефрактивной и нелинейной оптики	Адаптивная интерферометрия с использованием динамических фоторефрактивных голограмм	6	ПКР-2
	Итого	6	
Итого за семестр		28	
Итого		28	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
2 Фундаментальные аспекты и основные эффекты фоторефрактивной и нелинейной оптики	Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления	2	ПКР-2
	Итого	2	
3 Генерация второй оптической гармоники	Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах	2	ПКР-2
	Итого	2	
4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография	Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов	2	ПКР-2
	Итого	2	
5 Технические приложения фоторефрактивной и нелинейной оптики	Исследование амплитудной характеристики адаптивного голографического интерферометра в широком динамическом диапазоне	2	ПКР-2
	Итого	2	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Согласована на портале № 61879

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
1 семестр				
1 Введение	Подготовка к тестированию	2	ПКР-2	Тестирование
	Итого	2		
2 Фундаментальные аспекты и основные эффекты фоторефрактивной и нелинейной оптики	Подготовка к тестированию	2	ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПКР-2	Лабораторная работа
	Итого	8		
3 Генерация второй оптической гармоники	Подготовка к тестированию	2	ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПКР-2	Лабораторная работа
	Итого	8		
4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография	Подготовка к тестированию	3	ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПКР-2	Лабораторная работа
	Итого	9		
5 Технические приложения фоторефрактивной и нелинейной оптики	Подготовка к тестированию	3	ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПКР-2	Лабораторная работа
	Итого	9		
Итого за семестр		36		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
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
	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-2	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

Согласована на портале № 61879

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
1 семестр				
Лабораторная работа	0	20	20	40
Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	10	30	30	100
Нарастающим итогом	10	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. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / В. М. Шандаров, А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2012. 244 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1553.

2. Введение в нелинейную оптику: Учебное пособие / С. М. Шандаров - 2012. 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2059.

Согласована на портале № 61879

3. Фоторефрактивная нелинейная оптика : учебное методическое пособие / С. М. Шандаров, Н. И. Буримов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2007. - 39 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.).

4. Взаимодействие световых волн на отражательных голографических решетках в кубических фоторефрактивных кристаллах : сборник статей / Е. Ю. Агеев [и др.] ; ред.: С. М. Шандаров, А. Л. Толстик ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 99[1] с. : ил. - (Приоритетные национальные проекты. Образование). - Библиогр. в конце ст. - ISBN 978-5-86889-464-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2012. 197 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750.

2. Оптоэлектроника : Пер. с фр. / Э. Розеншер, Б. Винтер ; ред. пер. О. Н. Ермаков. - М. : Техносфера, 2006. - 588[4] с. : ил. - (Мир электроники ; VII - 04). - ISBN 5-94836-031-8 (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Методы динамической голографии: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2012. 37 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1110.

2. Когерентная и нелинейная оптика: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе / С. М. Шандаров - 2012. 34 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2071.

3. Физические основы квантовой электроники и фотоники: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / С. М. Шандаров - 2012. 47 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1700.

4. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах : Методические указания к лабораторной работе / С. М. Шандаров, М. В. Бородин - 2012. 21 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1893.

5. Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления: Методические указания к лабораторным работам / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2012. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1501.

6. Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов: Методические указания к лабораторной работе для магистров по направлению 12.04.03 «Фотоника и оптоинформатика» / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2015. 22 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5961.

7. Исследование амплитудной характеристики адаптивного голографического интерферометра в широком динамическом диапазоне : Методические указания к лабораторной работе / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2012. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1765.

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.

Согласована на портале № 61879

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

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 практических занятий

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

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, 201 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:

Согласована на портале № 61879

- 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 Введение	ПКР-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Фундаментальные аспекты и основные эффекты фоторефрактивной и нелинейной оптики	ПКР-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Генерация второй оптической гармоники	ПКР-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 61879

4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография	ПКР-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Технические приложения фоторефрактивной и нелинейной оптики	ПКР-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		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

Согласована на портале № 61879

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. Нелинейно-оптические эффекты обнаруживаются по …
   а) влиянию интенсивности светового поля на характер оптических явлений
   б) влиянию длины волны света на показатель преломления оптических материалов
   в) влиянию поляризации света на оптическое поглощение в оптических материалах
   г) влиянию степени монохроматичности света на контраст интерференционной картины
2. Фоторефрактивный эффект заключается …
   а) в изменении коэффициента поглощения прозрачных материалов под действием света
   б) в изменении показателя преломления прозрачных материалов под действием света
   в) в изменении коэффициента отражения от непрозрачных материалов под действием света
   г) в зависимости показателя преломления оптических материалов от поляризации света
3. Фоторефрактивный эффект в электрооптических кристаллах обусловлен
   а) перераспределением зарядов по дефектным центрам при неоднородном освещении и квадратичным электрооптическим эффектом
   б) фотоиндуцированным дрейфом ионов при неоднородном освещении и фотоупругим эффектом
   в) изменением температуры кристалла при неоднородном освещении и термоупругими напряжениями
   г) перераспределением зарядов по дефектным центрам при неоднородном освещении и линейным электрооптическим эффектом
4. Условием проявления оптической нелинейности среды является зависимость относительной диэлектрической проницаемости материала от:
   а) напряженности светового поля
   б) длины волны света
   в) поляризации светового излучения
   г) начальной фазы световой волны
5. Самофокусировки светового пучка происходит в среде, где …
   а) фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине увеличиваются с интенсивностью света
   б) фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине уменьшаются с интенсивностью света

Согласована на портале № 61879

в) фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют положительный знак и увеличиваются с интенсивностью света
г) показатель преломления не зависит от интенсивности светового пучка

6. Под действием света в электрооптическом кристалле наблюдается изменение показателя преломления. Это:
а) фоторефрактивный эффект
б) пироэлектрический эффект
в) исключительно квадратичный электрооптический эффект Керра
г) исключительно пьезоэлектрический эффект
7. Электрооптический эффект обусловлен изменением показателя преломления кристалла
а) под действием светового поля
б) под действием создаваемых в нем упругих деформаций
в) под действием температурного поля
г) под действием электрического поля
8. Мощность второй гармоники при малой эффективности преобразования увеличивается
а) прямо пропорционально квадрату длины взаимодействия
б) обратно пропорционально квадрату длины взаимодействия
в) прямо пропорционально длине взаимодействия
г) обратно пропорционально длине взаимодействия
9. Самодефокусировки светового пучка происходит в среде, где …
а) фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине увеличиваются с интенсивностью света
б) фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине уменьшаются с интенсивностью света
в) фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют положительный знак и увеличиваются с интенсивностью света
г) показатель преломления не зависит от интенсивности светового пучка
10. Длиной когерентности для генерации второй гармоники называется расстояние взаимодействия, при котором:
11.
а) мощность данной гармоники увеличивается от нуля до первого максимального значения
б) мощность данной гармоники увеличивается линейно
в) мощность данной гармоники увеличивается квадратично
г) мощность данной гармоники достигает первого минимума

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Адаптивные голографические корреляторы
2. Линейная и нелинейная поляризация среды
3. Дифракция света на объемных фазовых голограммах
4. Уравнения связанных волн
5. Генерация второй гармоники в условиях истощения волны накачки
6. Зонные модели перераспределения заряда в фоторефрактивных кристаллах
7. Формирование фоторефрактивных динамических голограмм
8. Самодифракция световых волн на динамических голограммах в фоторефрактивных кристаллах
9. Адаптивная интерферометрия с использованием динамических фоторефрактивных голограмм
10. Генерация второй гармоники. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники
11. Генерация гармоник на периодических доменных структурах в оптических волноводах
12. Диффузионный и фотогальванический механизмы записи фоторефрактивных голограмм
13. Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах
14. Модели зонного переноса
15. Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике
16. Основные эффекты динамической голографии
17. Параметрическое усиление и генерация
18. Световые волны в анизотропных средах

Согласована на портале № 61879

19. Способы обращения волнового фронта и реализации оптической бистабильности и их применения
20. Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления
2. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах
3. Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов
4. Исследование амплитудной характеристики адаптивного голографического интерферометра в широком динамическом диапазоне

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 9.2.

Таблица 9.2 – 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)

Согласована на портале № 61879

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 № 61879

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 81 от «12» 11 2019 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	С.М. Шандаров	Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c-9fb4-5f882facc349
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	С.М. Шандаров	Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c-9fb4-5f882facc349
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ЭП	С.М. Шандаров	Разработано, ab3ff0e2-dc9a-420c-9fb4-5f882facc349

Согласована на портале № 61879