

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

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: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Фоторефрактивная и нелинейная оптика

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**

Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции | 16 | 16 | часов |
| 2 | Практические занятия | 16 | 16 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 8 | 8 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 40 | 40 | часов |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 16 | 16 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 68 | 68 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| | | 3.0 | 3.0 | З.Е |

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « ___ » _____ 20__ года, протокол № _____.

Разработчики:

зав.каф. ЭП каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

профессор каф. ЭП _____ Л. Н. Орликов

Заведующий обеспечивающей каф.
ЭП

_____ С. М. Шандаров

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.
ЭП _____ С. М. Шандаров

Эксперт:

председатель методической комиссии каф. ЭП каф. ЭП _____ Л. Н. Орликов

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины состоит в приобретении магистрантами глубоких и современных знаний по физическим основам нелинейной оптики и по принципам использования нелинейно-оптических явлений в квантовой и оптической электронике

1.2. Задачи дисциплины

- изучение основных законов и соотношений, необходимых для описания фоторефрактивных и нелинейно-оптических явлений;
- изучение основных понятий, законов и соотношений, необходимых для описания явлений самовоздействия в фоторефрактивных кристаллах;
- расширение и углубление знаний кристаллооптики, электрооптических, акустооптических, магнитооптических эффектов, физических механизмов нелинейно-оптических явлений, условий их осуществления в реальных средах;
- в раскрытии принципов дескрипции, математического моделирования и анализа нелинейно-оптических явлений, а также способов их использования в приборах квантовой и оптической электронике.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Фоторефрактивная и нелинейная оптика» (Б1.В.ОД.3.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Последующими дисциплинами являются: Динамическая голография, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Научно-исследовательская работа (распред.).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-3 готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени;
- ПК-5 способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** основы кристаллооптики, природу электрооптических, магнитооптических, пьезооптических эффектов в анизотропных средах; механизмы параметрического и комбинационного взаимодействия световых волн, а также самовоздействия световых пучков; условия генерации оптических гармоник и других нелинейно-оптических явлений
- **уметь** осуществлять системный, модельный и экспериментально-методический подходы к нелинейно-оптическим явлениям, проводить оценку границ применимости нелинейных моделей
- **владеть** навыками описания оптико-физических процессов в нелинейных изотропных и анизотропных средах, включая нестационарные и неоднородные, оперирования с их математическими моделями; изучения нелинейно-оптических явлений с целью выяснения их закономерностей, а также применения в приборах квантовой электроники, оптоэлектроники, оптоинформатики

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|----------------------------|-------------|-----------|
| | | 2 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 40 | 40 |

| | | |
|---|-----|-----|
| Лекции | 16 | 16 |
| Практические занятия | 16 | 16 |
| Лабораторные работы | 8 | 8 |
| Из них в интерактивной форме | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа (всего) | 68 | 68 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | 8 |
| Проработка лекционного материала | 5 | 5 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 31 | 31 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 24 | 24 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Общая трудоемкость ч | 108 | 108 |
| Зачетные Единицы | 3.0 | 3.0 |

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|--|--------|----------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 2 семестр | | | | | | |
| 1 Введение | 2 | 0 | 0 | 3 | 5 | ПК-3, ПК-5 |
| 2 Фундаментальные аспекты и основные эффекты фото-рефрактивной и нелинейной оптики | 4 | 4 | 2 | 13 | 23 | ПК-3, ПК-5 |
| 3 Генерация второй оптической гармоники | 4 | 4 | 2 | 19 | 29 | ПК-3, ПК-5 |
| 4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография | 4 | 6 | 2 | 16 | 28 | ПК-3, ПК-5 |
| 5 Технические приложения фото-рефрактивной и нелинейной оптики | 2 | 2 | 2 | 17 | 23 | ПК-3, ПК-5 |
| Итого за семестр | 16 | 16 | 8 | 68 | 108 | |
| Итого | 16 | 16 | 8 | 68 | 108 | |

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 2 семестр | | | |
| 1 Введение | Цель и содержание курса, его связь с другими дисциплинами, основная и дополнительная литература. История открытия нелинейно-оптических эффектов и явления фоторефракции | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Фундаментальные аспекты и основные эффекты фоторефрактивной и нелинейной оптики | Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике. Общий подход к описанию нелинейных эффектов. Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка. Генерация волн суммарной и разностной частоты при коллинеарном взаимодействии. Качественное описание основных эффектов динамической голографии. Интерференция световых пучков, основные физические процессы при формировании динамических голограмм, основные эффекты динамической голографии. | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Генерация второй оптической гармоники | Генерация второй гармоники. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники. Генерация второй гармоники при наличии обратного воздействия. Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах. Периодические доменные структуры в сегнетоэлектриках. Методы формирования регулярных доменных структур. Волноводная генерация второй гармоники. Генерация гармоник на периодических доменных структурах в оптических волноводах | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография | Модели зонного переноса. Схемы уровней, системы материальных уравнений. Анализ фоторефрактивного эффекта в приближении малых контрастов интерференционной картины. Диффузионный и фотогальванический ме- | 4 | ПК-3, ПК-5 |

| | | | |
|---|--|----|------------|
| | ханизмы записи фоторефрактивных голограмм. Формирование фоторефрактивных голограмм в постоянном и знакопеременном внешних электрических полях. Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. Уравнения связанных волн. Самодифракция световых волн на фоторефрактивной решетке при локальном и нелокальном типах нелинейного отклика | | |
| | Итого | 4 | |
| 5 Технические приложения фоторефрактивной и нелинейной оптики | Параметрическое усиление и генерация, вынужденноекомбинационное рассеяние света и их использование в спектроскопии. Способы обращения волнового фронта иреализации оптической бистабильности и их применения. Голографические системы оптической памяти ираспознавания образов. Адаптивные голографическиекорреляторы и интерферометры на основе фоторефрактивных кристаллов | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Последующие дисциплины | | | | | |
| 1 Динамическая голография | + | + | | + | + |
| 2 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | | + | + | + | + |
| 3 Научно-исследовательская работа (рас-сред.) | | + | + | + | + |

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

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

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

| | Виды занятий | Формы контроля |
|--|--------------|----------------|
|--|--------------|----------------|

| Компетенции | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | |
|-------------|--------|----------------------|---------------------|------------------------|--|
| ПК-3 | + | + | + | + | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию |
| ПК-5 | + | + | + | + | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию |

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лабораторные занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|--|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|-------|
| 2 семестр | | | | |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | | | 8 | 8 |
| Работа в команде | 6 | | | 6 |
| Работа в команде | | 2 | | 2 |
| Итого за семестр: | 6 | 2 | 8 | 16 |
| Итого | 6 | 2 | 8 | 16 |

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|--|-----------------|-------------------------|
| 2 семестр | | | |
| 2 Фундаментальные аспекты и основные эффекты фото-рефрактивной и нелинейной оптики | Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Генерация второй оптической | Фазовый синхронизм при генерации | 2 | ПК-3, ПК- |

| | | | |
|---|--|---|------------|
| гармоники | второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах | | 5 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография | Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Технические приложения фоторефрактивной и нелинейной оптики | Исследование амплитудной характеристики адаптивного голографического интерферометра в широком динамическом диапазоне | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 8 | |

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 2 семестр | | | |
| 2 Фундаментальные аспекты и основные эффекты фоторефрактивной и нелинейной оптики | Световые волны в анизотропных средах. Линейная и нелинейная поляризация среды | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Механизмы модуляции оптических свойств фоторефрактивных кристаллов динамическими голограммами. Дифракция света на объемных фазовых голограммах. Уравнения связанных волн | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| 3 Генерация второй оптической гармоники | Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники в одноосных и двуосных кристаллах. Генерация второй гармоники в условиях истощения волны накачки | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография | Зонные модели перераспределения заряда в фоторефрактивных кристаллах. Формирование фоторефрактивных динамических голограмм | 3 | ПК-3, ПК-5 |
| | Самодифракция световых волн на динамических голограммах в фоторефрактивных кристаллах | 3 | |
| | Итого | 6 | |

| | | | |
|--|---|----|------------|
| 5 Технические приложения фото-рефрактивной и нелинейной оптики | Адаптивная интерферометрия с использованием динамических фоторефрактивных голограмм | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|--|---|-----------------|-------------------------|--|
| 2 семестр | | | | |
| 1 Введение | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-3, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 2 Фундаментальные аспекты и основные эффекты фото-рефрактивной и нелинейной оптики | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-3, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | | |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 7 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 13 | | |
| 3 Генерация второй оптической гармоники | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ПК-3, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 19 | | |

| | | | | |
|---|---|----|---------------|--|
| 4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-3, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | | |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 16 | | |
| 5 Технические приложения фоторефрактивной и нелинейной оптики | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-3, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 17 | | |
| Итого за семестр | | 68 | | |
| Итого | | 68 | | |

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|--------------------------------|--|---|---|------------------|
| 2 семестр | | | | |
| Конспект самоподготовки | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Опрос на занятиях | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Отчет по лабораторной работе | 10 | 20 | 21 | 51 |
| Отчет по практическому занятию | 3 | 3 | 4 | 10 |
| Итого максимум за пери- | 26 | 36 | 38 | 100 |

| | | | | |
|--------------------|----|----|-----|-----|
| од | | | | |
| Нарастающим итогом | 26 | 62 | 100 | 100 |

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|--------------------------------------|--|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 65 - 69 | | |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / Шандаров В. М., Мандель А. Е., Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2012. 244 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1553>, дата обращения: 27.05.2017.

2. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2012. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/750>, дата обращения: 27.05.2017.

3. Введение в нелинейную оптику: Учебное пособие / Шандаров С. М. - 2012. 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2059>, дата обращения: 27.05.2017.

4. 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.)

12.2. Дополнительная литература

1. 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.)

2. 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 си-

стем 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.)

3. 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 - 35 экз.)

4. Фотогальванический эффект в средах без центра симметрии и родственные явления / Б. И. Стурман, В. М. Фридкин. - М. : Наука, 1992. - 208 с. : ил. - Библиогр.: с. 197-208. - ISBN 5-02-014707-9 (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.)

5. Справочник по лазерам : в 2 т.: пер. с англ. с изм. и доп. / ред. пер. А. М. Прохоров. - М. : Советское радио, 1978 - . Т. 1 / Н. В. Карлов [и др.]. - М. : Советское радио, 1978. - 503[1] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Методы динамической голографии: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2012. 37 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1110>, дата обращения: 27.05.2017.

2. Когерентная и нелинейная оптика: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе / Шандаров С. М. - 2012. 34 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2071>, дата обращения: 27.05.2017.

3. Основы физической и квантовой оптики: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 210401.65 / Шандаров В. М. - 2013. 57 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2888>, дата обращения: 27.05.2017.

4. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах : Методические указания к лабораторной работе / Шандаров С. М., Бородин М. В. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1893>, дата обращения: 27.05.2017.

5. Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления: Методические указания к лабораторным работам / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2012. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1501>, дата обращения: 27.05.2017.

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» / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2015. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5961>, дата обращения: 27.05.2017.

7. Исследование амплитудной характеристики адаптивного голографического интерферометра в широком динамическом диапазоне : Методические указания к лабораторной работе / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1765>, дата обращения: 27.05.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 110. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.;

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 110. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт. универсальные физические стенды, твердотельные лазеры ЛТ- 105, осциллографы С1-93 -2 шт , ЭВМ (приносится из сейфа ауд 225, зав каф), оптическая скамья.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

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

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

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

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Фоторефрактивная и нелинейная оптика

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- зав.каф. ЭП каф. ЭП С. М. Шандаров
- профессор каф. ЭП Л. Н. Орликов

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|------|--|--|
| ПК-5 | способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения | Должен знать основы кристаллооптики, природу электрооптических, магнитооптических, пьезооптических эффектов в анизотропных средах; механизмы параметрического и комбинационного взаимодействия световых волн, а также самовоздействия световых пучков; условия генерации оптических гармоник и других нелинейно-оптических явлений; Должен уметь осуществлять системный, модельный и экспериментально-методический подходы к нелинейно-оптическим явлениям, проводить оценку границ применимости нелинейных моделей; Должен владеть навыками описания оптико-физических процессов в нелинейных изотропных и анизотропных средах, включая нестационарные и неоднородные, оперирования с их математическими моделями; изучения нелинейно-оптических явлений с целью выяснения их закономерностей, а также применения в приборах квантовой электроники, оптоэлектроники, оптоинформатики; |
| ПК-3 | готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени | |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------|
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------|

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-5

ПК-5: способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|----------------------------------|--|--|---|
| Содержание этапов | Знает основные положения, касающиеся условий патентоспособности изобретения, полезной модели согласно закону РФ; основные требования к документам заявок на изобретение и полезную модель по закону РФ, | умеет работать с нормативно-правовыми документами Роспатента, регламентирующими процедуру патентования научно-технических разработок, | Владеет и применяет навыки работы в информационно-поисковой системе ФГБУ ФИПС Роспатента |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • Зачет; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Отлично | • Обладает теоретиче- | • Умеет делать научно- | • владеет практически- |

| | | | |
|---------------------------------------|--|--|--|
| (высокий уровень) | скими знаниями в области материалов нелинейной оптики и динамической голографии с пониманием границ применимости этого класса материалов. Готовить научные публикации и заявки на изобретения; | обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения; | ми навыками работы в информационно-поисковой системе ФГБУ ФИПС Роспатента; • берет ответственность за соответствие составленного описания изобретения или полезной модели по требованиям регламента. ; |
| Хорошо (базовый уровень) | • готовит научные публикации и заявки на изобретения; | • делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации ; | • владеет практически навыками работы в информационно-поисковой системе ФГБУ ФИПС Роспатента; • берет ответственность за соответствие составленного описания полезной модели требованиям регламента. ; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Обладает базовыми, общими знаниями, необходимыми для проведения патентного поиска,; | • делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, ; | • Умеет работать по шаблону; |

2.2 Компетенция ПК-3

ПК-3: готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладеть навыками измерений в реальном времени.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|-------------------|--|---|---|
| Содержание этапов | принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов | Применять экспериментальные методы для решения типовых задач профессиональной области с доведением решения до практически приемлемого результата; проводить необходимые расчеты | Современными методами исследования с целью математического и имитационного моделирования процессов и объектов фотоники и оптоинформатики на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; | • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; | • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; |

| | | | |
|----------------------------------|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • Зачет; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---------------------------------------|---|--|---|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • Четко объясняет принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов; | <ul style="list-style-type: none"> • Способен четко определить структурные и функциональные схемы информационно-измерительных комплексов для автоматизации эксперимента ; | <ul style="list-style-type: none"> • Способен самостоятельно организовать процесс измерений в реальном времени при применении информационно-измерительных комплексов ; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • Недостаточно четко объясняет принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов ; | <ul style="list-style-type: none"> • Допускает неточности при определении структурных и функциональных схем информационно-измерительных комплексов для автоматизации эксперимента ; | <ul style="list-style-type: none"> • Допускает неточности при организации измерений в реальном времени; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • Испытывает трудности при объяснении принципов планирования и методов автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов; | <ul style="list-style-type: none"> • анализировать простые оптические элементы и схемы методами динамической голографии;; | <ul style="list-style-type: none"> • Испытывает затруднения при организации измерений в реальном времени ; |

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

- Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике
- Общий подход к описанию нелинейных эффектов
- Качественное описание основных эффектов динамической голографии
- Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники
- Методы формирования регулярных доменных структур
- системы материальных уравнений.
- Уравнения связанных волн.
- Параметрическое усиление и генерация
- Голографические системы оптической памяти и распознавания образов

3.2 Темы опросов на занятиях

- Цель и содержание курса, его связь с другими
- дисциплинами, основная и дополнительная литература.
- История открытия нелинейно-оптических эффектов и явления фоторефракции
- Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике.
- Общий подход к описанию нелинейных эффектов.
- Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка. Генерация волн суммарной и разностной частоты при коллинеарном взаимодействии.
- Качественное описание основных эффектов динамической голографии. Интерференция световых пучков, основные физические процессы при формировании динамических голограмм, основные эффекты динамической голографии.
- Генерация второй гармоники. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники. Генерация второй гармоники при наличии обратного воздействия.
- Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах. Периодические доменные структуры в сегнетоэлектриках. Методы формирования регулярных доменных структур. Волноводная генерация второй гармоники. Генерация гармоник на периодических доменных структурах в оптических волноводах
- Модели зонного переноса. Схемы уровней, системы материальных уравнений. Анализ

фоторефрактивного эффекта в приближении малых контрастов интерференционной картины. Диффузионный и фотогальванический механизмы записи фоторефрактивных голограмм. Формирование фоторефрактивных голограмм в постоянном и знакопеременном внешних электрических полях. Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. Уравнения связанных волн. Самодифракция световых волн на фоторефрактивной решетке при локальном и нелокальном типах нелинейного отклика

- Параметрическое усиление и генерация, вынужденное
- комбинационное рассеяние света и их использование в спектроскопии. Способы обращения волнового фронта и реализации оптической бистабильности и их применения.
- Голографические системы оптической памяти и распознавания образов. Адаптивные голографические корреляторы и интерферометры на основе фоторефрактивных кристаллов

3.3 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

- Световые волны в анизотропных средах. Линейная и нелинейная поляризация среды
- Механизмы модуляции оптических свойств фоторефрактивных кристаллов динамическими голограммами. Дифракция света на объемных фазовых голограммах. Уравнения связанных волн
- Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники в одноосных и двуосных кристаллах. Генерация второй гармоники в условиях истощения волны накачки
- Зонные модели перераспределения заряда в фоторефрактивных кристаллах. Формирование фоторефрактивных динамических голограмм
- Самодифракция световых волн на динамических голограммах в фоторефрактивных кристаллах
- Адаптивная интерферометрия с использованием динамических фоторефрактивных голограмм

3.4 Темы лабораторных работ

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

3.5 Зачёт

- Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике
- Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка
- основные эффекты динамической голографии
- Генерация второй гармоники. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники
- Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах.
- Генерация гармоник на периодических доменных структурах в оптических волноводах
- Модели зонного переноса
- Диффузионный и фотогальванический механизмы записи фоторефрактивных голограмм
- Уравнения связанных волн
- Параметрическое усиление и генерация
- Способы обращения волнового фронта и реализации оптической бистабильности и их применения
- Адаптивные голографические корреляторы

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / Шандаров В. М., Мандель А. Е., Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2012. 244 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1553>, свободный.
2. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2012. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/750>, свободный.
3. Введение в нелинейную оптику: Учебное пособие / Шандаров С. М. - 2012. 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2059>, свободный.
4. Фоторефрактивная нелинейная оптика : учебное методическое пособие / С. М. Шандаров, Н. И. Буримов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный универси-

тет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2007. - 39 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. 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.)

2. 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.)

3. 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 - 35 экз.)

4. Фотогальванический эффект в средах без центра симметрии и родственные явления / Б. И. Стурман, В. М. Фридкин. - М. : Наука, 1992. - 208 с. : ил. - Библиогр.: с. 197-208. - ISBN 5-02-014707-9 (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.)

5. Справочник по лазерам : в 2 т.: пер. с англ. с изм. и доп. / ред. пер. А. М. Прохоров. - М. : Советское радио, 1978 - . Т. 1 / Н. В. Карлов [и др.]. - М. : Советское радио, 1978. - 503[1] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

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

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

3. Основы физической и квантовой оптики: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 210401.65 / Шандаров В. М. - 2013. 57 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2888>, свободный.

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

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

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» / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2015. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5961>, свободный.

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

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета