

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

**Когерентная оптика и голография**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

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

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	20	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	50	50	часов
5	Из них в интерактивной форме	38	38	часов
6	Самостоятельная работа	58	58	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 7 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного 12 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчики:

ведущий электроник каф. ЭП \_\_\_\_\_ М. В. Бородин  
профессор каф. ЭП \_\_\_\_\_ С. М. Шандаров

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:

профессор кафедра ЭП ТУСУР \_\_\_\_\_ Л. Н. Орликов

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов понимания теоретических и физических основ современной когерентной оптики для последующего использования этих знаний при разработке, эксплуатации, исследовании физических свойств и определении технических характеристик элементов и оптических устройств

### 1.2. Задачи дисциплины

– развитие навыков проведения научных экспериментов с применением элементов и устройств когерентной оптики и голографии

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Когерентная оптика и голография» (Б1.В.ДВ.10.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Оптические методы обработки информации, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Взаимодействие оптического излучения с веществом, Распространение лазерных пучков.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– ПК-2 способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные явления и законы когерентной оптики; основные принципы формирования когерентного и частично когерентного оптического изображения, факторы, определяющие качество голограмм; принципы функционирования измерительной аппаратуры; механизмы возникновения погрешностей при измерении и обработке результатов

– **уметь** использовать современные методы анализа для расчёта взаимодействия излучения с веществом; строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники; подбирать и использовать для эксперимента необходимое оборудование и материалы; использовать известные методики экспериментальных исследований в области оптики; рассчитывать погрешности измерения и находить способы уменьшения погрешностей; оценивать вычислительные погрешности при обработке результатов

– **владеть** терминологией, используемой в когерентной оптике и голографии; современными методами анализа и расчёта взаимодействия излучения с веществом; методами анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; методиками проведения экспериментальных измерений; программными средствами компьютерного моделирования; методами оценки и уменьшения погрешностей; способами представления физической информации в математической и графической форме

## 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
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	50	50
Лекции	20	20

Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	12	12
Из них в интерактивной форме	38	38
Самостоятельная работа (всего)	58	58
Подготовка к лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	20	20
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	14	14
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	12
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
7 семестр						
1 Введение	1	0	0	0	1	ПК-1, ПК-2
2 Оптический сигнал и его преобразование	3	6	4	12	25	ПК-1, ПК-2
3 Пространственная и временная когерентность лазерного излучения	2	0	0	5	7	ПК-1, ПК-2
4 Корреляционные функции и когерентность	2	0	0	2	4	ПК-1, ПК-2
5 Оптика спеклов	2	0	0	6	8	ПК-1, ПК-2
6 Уравнения Максвелла в нелинейной среде	4	6	4	12	26	ПК-1, ПК-2
7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков	2	6	4	10	22	ПК-1, ПК-2
8 Динамическая голография	2	0	0	9	11	ПК-1, ПК-2
9 Обращение волнового фронта и другие нелинейные явления	2	0	0	2	4	ПК-1, ПК-2
Итого за семестр	20	18	12	58	108	
Итого	20	18	12	58	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	Трудоёмкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Введение	Введение в когерентную оптику. История развития и становления голографии.	1	ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
2 Оптический сигнал и его преобразование	Преобразование Фурье. Преобразование Френеля. Преобразование Дирака. Преобразование Гильберта. Преобразование отсчетов. Интегральная операция свертки. Функция корреляции.	3	ПК-1, ПК-2
	Итого	3	
3 Пространственная и временная когерентность лазерного излучения	Одно и многомодовый режим излучения лазера. Радиус корреляции лазерного излучения. Предельная пространственная когерентность излучения одномодового лазера. Временная когерентность излучения лазера.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
4 Корреляционные функции и когерентность	Распространение взаимной когерентности. Распространение световых волн, функция взаимной когерентности. Предельные формы взаимной когерентности. Когерентное поле, некогерентное поле. Теорема Ван Циттерта-Цернике. Значение теоремы и следствия из нее. Дифракция частично когерентного излучения. Распределение интенсивности в области наблюдения.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
5 Оптика спеклов	Понятие «спекл». Спекл-картина объективная и субъективная, основные свойства и условия формирования. Нормально развитая спекл-структура, условия ее наблюдения, контраст, индивидуальный спекл. Интерференция в диффузном свете. Опыт Берча-Токарского. Спекл-интерферометрия. Способы устранения спекл-структуры.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
6 Уравнения Максвелла в нелинейной среде	Макроскопическая нелинейная оптика. Поляризация и восприимчивость веще-	4	ПК-1, ПК-2

	ства. Плотность потока электромагнитной энергии. Энергия поля в среде.		
	Итого	4	
7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков	Уравнение для слабоизменяющихся пучков в слабонеоднородных средах. Неустойчивость неограниченной плоской волны. Самофокусировка и дефокусировка гауссовых пучков. Тепловая самофокусировка. Дефокусировка световых пучков.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
8 Динамическая голография	Основные понятия. Простейшая схема динамической голографии. Динамическая голография нестационарных волн. Процессы, лежащие в основе динамической голографии. Регистрирующие среды. Практическое применение.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
9 Обращение волнового фронта и другие нелинейные явления	Обращение волнового фронта. Нелинейные явления в волокне. Нелинейные явления в плазме.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		20	

### 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	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Математика	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Оптические методы обработки информации		+		+	+		+	+	+
3 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины									
1 Взаимодействие оптического излучения с веществом	+	+			+	+	+	+	+
2 Распространение лазерных пучков	+	+	+	+	+	+	+	+	+

### 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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ПК-1	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Выступление (доклад) на занятии, Реферат
ПК-2	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет

### 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
<b>7 семестр</b>				
Работа в команде	4	4		8
Решение ситуационных задач	4	4		8
Презентации с использованием мультимедиа с обсуждением			14	14
Мозговой штурм	2			2
Исследовательский метод	2	2	2	6
Итого за семестр:	12	10	16	38
Итого	12	10	16	38

### 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
<b>7 семестр</b>			
2 Оптический сигнал и его преобразование	Пространственная фильтрация оптических изображений	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
6 Уравнения Максвелла в нелинейной среде	Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах. Исследование углового синхронизма.	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков	Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

### 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
<b>7 семестр</b>			
2 Оптический сигнал и его преобразование	Фурье-оптика. Обработка информации оптическими и акустооптическими методами	6	ПК-1, ПК-2
	Итого	6	
6 Уравнения Максвелла в нелинейной среде	Преобразование частоты лазерного излучения при взаимодействии волн в однородных нелинейных средах. Преобразование частоты при квазин-хронном воздействии.	6	ПК-1, ПК-2
	Итого	6	
7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков	Распространение световых пучков в нелинейной среде. Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков. Пространственные оптические солитоны.	6	ПК-1, ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		18	



## 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
7 семестр				
2 Оптический сигнал и его преобразование	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Итого	12		
3 Пространственная и временная когерентность лазерного излучения	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3	ПК-1	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Реферат
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
4 Корреляционные функции и когерентность	Проработка лекционного материала	2	ПК-1	Опрос на занятиях
	Итого	2		
5 Оптика спеклов	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-1	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Реферат
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
6 Уравнения Максвелла в нелинейной среде	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Итого	12		
7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		

	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Итого	10		
8 Динамическая голография	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-1	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Реферат
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	9		
9 Обращение волнового фронта и другие нелинейные явления	Проработка лекционного материала	2	ПК-1	Опрос на занятиях
	Итого	2		
Итого за семестр		58		
Итого		58		

### 9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Спеклы.
2. Спеклограммы.
3. Параметры современных когерентных источников (мощность, длительность, спектральная ширина, расходимость) и фундаментальные проблемы физики, решаемые с их использованием.
4. Методы разрушения когерентности.
5. Современные лазерные установки.
6. Когерентное состояние вещества.
7. Конденсат Бозе-Эйнштейна.
8. Лазерное охлаждение вещества.
9. Фоточувствительные среды.
10. Компьютерная голография.
11. Применение голографии.
12. Современные голографические установки.
13. Способы защиты голограмм от подделок.
14. Современные технологии записи художественных голограмм.
15. Компакт-диски. Принципы записи и чтения.

### 9.2. Вопросы по подготовке к лабораторным работам

1. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах. Исследование углового синхронизма.
2. Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения.
3. Пространственная фильтрация оптических изображений

### 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
7 семестр				

Выступление (доклад) на занятии	5	5		10
Зачет			25	25
Опрос на занятиях	10	10	5	25
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Реферат	5	5		10
Итого максимум за период	30	30	40	100
Нарастающим итогом	30	60	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. Введение в нелинейную оптику: Учебное пособие / Шандаров С. М. - 2012. 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2059>, дата обращения: 25.04.2017.
2. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2012. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/750>, дата обращения: 25.04.2017.
3. 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: <http://edu.tusur.ru/publications/1553>, дата обращения: 25.04.2017.

## 12.2. Дополнительная литература

1. Информационная оптика / Под ред. Н.Н. Евтихеева. Учебное пособие – М., Издательство МЭИ, 2000. - 516 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)
2. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника. Учебник для ВУЗов.- М.: Высшая школа, 2001. – 574 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 150 экз.)
3. Прикладная нелинейная оптика: учебное пособие / П. П. Гейко. – Томск: ТУСУР, 2007. – 109 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 83 экз.)
4. Киселев Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : Учебное пособие. 2 е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 320 с.: ил. ISBN 978 5 8114 1114 6 [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=627](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=627)

## 12.3 Учебно-методические пособия

### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе по курсам "Нелинейная оптика" и "Когерентная оптика и голография" для студентов направлений 200700 "Фотоника и оптоинформатика" и 210100 "Электроника и наноэлектроника" / Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2014. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4103>, дата обращения: 25.04.2017.
2. 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: <http://edu.tusur.ru/publications/1893>, дата обращения: 25.04.2017.
3. Пространственная фильтрация оптических изображений: Методические указания к лабораторной работе по курсам "Оптические методы обработки информации" и "Акустооптические методы обработки информации" для студентов направлений 210100 "Электроника и наноэлектроника" и 200700 "Фотоника и оптоинформатика" / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2014. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4125>, дата обращения: 25.04.2017.
4. Когерентная оптика и голография: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / Бородин М. В., Шандаров С. М. - 2017. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6915>, дата обращения: 25.04.2017.

### 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. 1. Образовательный портал ТУСУР - для проведения лабораторных, практических занятий и самостоятельной работы
2. 2. Библиотека ТУСУР - для самостоятельной работы
3. 3. Программное обеспечение: Microsoft PowerPoint или аналоги - для проведения лекций
4. 4. Программное обеспечение: офисные пакеты, математические пакеты программ - для обработки данных и подготовки отчетов по лабораторным работам, для составления рефератов

### 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; оборудование для презентаций по лекционным разделам дисциплины: экран, проектор, ПК (ноутбук)

##### 13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 25, стандартная учебная мебель, доска.

##### 13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательские лаборатории, расположенные по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 110 и 111. Состав оборудования: Учебная мебель; экспериментально-измерительные установки

##### 13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

По желанию студентов для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 5 этаж, ауд.511. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Pentium 1.5ГГц. - 15 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**

**Когерентная оптика и голография**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

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

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

- ведущий электроник каф. ЭП М. В. Бородин
- профессор каф. ЭП С. М. Шандаров

Зачет: 7 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-2	способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Должен знать основные явления и законы когерентной оптики; основные принципы формирования когерентного и частично когерентного оптического изображения, факторы, определяющие качество голограмм; принципы функционирования измерительной аппаратуры; механизмы возникновения погрешностей при измерении и обработке результатов;
ПК-1	способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Должен уметь использовать современные методы анализа для расчёта взаимодействия излучения с веществом; строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники; подбирать и использовать для эксперимента необходимое оборудование и материалы; использовать известные методики экспериментальных исследований в области оптики; рассчитывать погрешности измерения и находить способы уменьшения погрешностей; оценивать вычислительные погрешности при обработке результатов; Должен владеть терминологией, используемой в когерентной оптике и голографии; современными методами анализа и расчёта взаимодействия излучения с веществом; методами анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; методиками проведения экспериментальных измерений; программными средствами компьютерного моделирования; методами оценки и уменьшения погрешностей; способами представления физической информации в математической и графической форме;

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-2

ПК-2: способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

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	основные явления и законы когерентной оптики; механизмы возникновения погрешностей при моделировании	использовать современные методы анализа для расчета взаимодействия излучения с веществом; оценивать вычислительные погрешности при моделировании	терминологией, используемой в когерентной оптике; методами оценки и уменьшения погрешностей; способами представления физической информации в математической и графической форме; программными средствами автоматизированного моделирования и проектирования
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>

Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>
----------------------------------	---	---	---

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 (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент знает основные явления и законы когерентной оптики и голографии, понимает связь между ними, самостоятельно анализирует процессы взаимодействия оптического излучения с веществом;</li> <li>• студент знает механизмы возникновения погрешностей при компьютерном моделировании;</li> <li>• студент знает методики уменьшения погрешностей компьютерного моделирования;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент умеет самостоятельно выбирать и корректно использовать оптимальные методы анализа для расчёта взаимодействия излучения с веществом;</li> <li>• студент умеет самостоятельно корректно рассчитывать погрешности моделирования и находить способы уменьшения погрешностей;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент владеет терминологией, используемой в когерентной оптике и голографии;</li> <li>• студент самостоятельно выбирает и корректно использует необходимые программные средства компьютерного моделирования и проектирования;</li> <li>• студент владеет методами оценки и уменьшения погрешностей;</li> <li>• студент владеет способами представления физической информации в математической и графической форме;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент знает основные явления и законы когерентной оптики и голографии, понимает связь между ними;</li> <li>• студент знает механизмы возникновения погрешностей при компьютерном моделировании;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент умеет самостоятельно выбирать и корректно использовать приемлемые методы анализа для расчёта взаимодействия излучения с веществом;</li> <li>• студент умеет самостоятельно корректно рассчитывать вычислительные погрешности моделирования;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент владеет способами представления физической информации в математической и графической форме;</li> <li>• студент владеет терминологией, используемой в когерентной оптике и голографии;</li> <li>• студент корректно использует необходимые программные средства компьютерного моделирования и проектирования;</li> <li>• студент владеет методами оценки погрешностей;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент знает основные явления и законы когерентной оптики и голографии;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент умеет рассчитывать вычислительные погрешности моделирования;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент владеет терминологией, используемой в когерентной оптике и голографии;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент знает методы оценки погрешностей компьютерного моделирования;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент умеет использовать известные методы анализа для расчёта взаимодействия излучения с веществом;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент использует известные программные средства компьютерного моделирования и проектирования для решения стандартных задач;</li> <li>• студент владеет стандартными программными средствами для создания отчетов, презентаций;</li> </ul>
--	---	---	--

## 2.2 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

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	основные явления и законы когерентной оптики и голографии	использовать современные методы анализа для расчёта взаимодействия излучения с веществом; строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок фотоники и оптоинформатики	терминологией, используемой в когерентной оптике; методами анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; программными средствами компьютерного моделирования
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Реферат;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Реферат;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>

• Зачет;

• 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"> <li>• студент анализирует связи между различными понятиями когерентной оптики;</li> <li>• студент представляет способы и результаты использования различных физических моделей оптических процессов;</li> <li>• студент математически обосновывает выбор метода и план решения задачи;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент самостоятельно выбирает и использует оптимальный метод анализа взаимодействия оптического излучения с веществом применительно к задаче;</li> <li>• студент самостоятельно строит модели процессов, лежащих в основе приборов и устройств фотоники и оптоинформатики;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент владеет терминологией, используемой в когерентной оптике;;</li> <li>• студент самостоятельно выбирает и корректно применяет оптимальные методы анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений;</li> <li>• студент самостоятельно выбирает и корректно использует необходимые программные средства компьютерного моделирования;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент понимает связи между различными понятиями когерентной оптики;</li> <li>• студент имеет представление о физических моделях оптических процессов;</li> <li>• студент аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи;</li> <li>• студент графически иллюстрирует задачу;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент корректно применяет известные методы анализа взаимодействия оптического излучения с веществом;</li> <li>• студент корректно использует существующие модели оптических процессов для анализа функционирования устройств фотоники и оптоинформатики;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент владеет терминологией, используемой в когерентной оптике;;</li> <li>• студент корректно применяет различные методы анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений;</li> <li>• студент корректно использует необходимые программные средства компьютерного моделирования;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент дает определения основных понятий когерентной оптики;</li> <li>• студент дает описание основных процессов, явлений когерентной оптики;</li> <li>• студент знает основные методы решения типовых задач;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент с незначительными ошибками применяет известные методы анализа взаимодействия оптического излучения с веществом, и умеет корректировать свою работу при обнаружении указанных ошибок;</li> <li>• студент с незначительными ошибками использует существующие модели оптических</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• студент владеет терминологией, используемой в когерентной оптике;;</li> <li>• студент с незначительными ошибками применяет известные методы анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений;</li> <li>• студент использует известные программные</li> </ul>

		процессов для анализа функционирования устройств фотоники и оптоинформатики и способен исправлять ошибки при обнаружении;	ные средства компьютерного моделирования для решения стандартных задач;
--	--	---	---

### 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 Темы рефератов

- Спеклы.
- Спеклограммы.
- Параметры современных когерентных источников (мощность, длительность, спектральная ширина, расходимость) и фундаментальные проблемы физики, решаемые с их использованием.
- Методы разрушения когерентности.
- Современные лазерные установки.
- Когерентное состояние вещества.
- Конденсат Бозе-Эйнштейна.
- Лазерное охлаждение вещества.
- Фоточувствительные среды.
- Компьютерная голография.
- Применение голографии.
- Современные голографические установки.
- Способы защиты голограмм от подделок.
- Современные технологии записи художественных голограмм.
- Компакт-диски. Принципы записи и чтения.

#### 3.2 Зачёт

- Преобразование Фурье.
- Преобразование Френеля.
- Преобразование Дирака.
- Преобразование Гильберта.
- Преобразование отсчетов.
- Интегральная операция свертки.
- Функция корреляции.
- Монохроматичность лазерных пучков.
- Функция когерентности, степень пространственной и временной когерентности.
- Измерение характеристик пространственной и временной когерентности, соотношение между временной когерентностью и монохроматичностью.
- Нестационарные пучки.
- Пространственная и временная когерентность одномодовых и многомодовых лазеров.
- Лазерная спекл-картина.
- Распространение взаимной когерентности.
- Распространение световых волн, функция взаимной когерентности.
- Предельные формы взаимной когерентности. Когерентное поле, некогерентное поле.
- Теорема Ван Циттерта-Цернике. Значение теоремы и следствия из нее.
- Дифракция частично когерентного излучения. Распределение интенсивности в области

наблюдения.

– Понятие «спекл». Спекл-картина объективная и субъективная, основные свойства и условия формирования.

– Нормально развитая спекл-структура, условия ее наблюдения, контраст, индивидуальный спекл.

- Интерференция в диффузном свете.
- Опыт Берча-Токарского. Спекл-интерферометрия.
- Способы устранения спекл-структуры.
- Поляризация и восприимчивость вещества.
- Плотность потока электромагнитной энергии. Энергия поля в среде.
- Волновое уравнение для среды с учетом наводимой в ней световыми волнами нелинейной электрической поляризации.
- Уравнение для слабоизменяющихся пучков в слабонеоднородных средах.
- Неустойчивость неограниченной плоской волны.
- Самофокусировка и дефокусировка гауссовых пучков.
- Тепловая самофокусировка.
- Фазовая самомодуляция и компрессия световых импульсов.
- Простейшая схема динамической голографии.
- Динамическая голография нестационарных волн.
- Процессы, лежащие в основе динамической голографии.
- Регистрирующие среды.
- Практическое применение динамической голографии.
- Обращение волнового фронта.
- Способы обращения волнового фронта и применения.
- Оптическая бистабильность.
- Нелинейный интерферометр Фабри-Перо.
- Нелинейные явления в волокне.
- Нелинейные явления в плазме.

### **3.3 Темы опросов на занятиях**

- Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике
- Общий подход к описанию нелинейных эффектов второго порядка
- Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка
- Генерация волны суммарной частоты при коллинеарном взаимодействии в ниобате лития
- Генерация второй гармоники
- Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники
- Генерация второй гармоники при наличии обратного воздействия
- Параметрическое усиление
- Параметрическая генерация
- Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах
- Генерация гармоник на периодических доменных структурах в оптических волноводах
- Распространение световых пучков и световых импульсов в нелинейной среде
- Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков
- Фазовая самомодуляция и компрессия световых импульсов
- Временные оптические солитоны
- Пространственные оптические солитоны
- Пространственные солитоны в фоторефрактивных кристаллах и их взаимодействие
- Динамическая голография и обращение волнового фронта
- Способы обращения волнового фронта и применения

### **3.4 Темы докладов**

- Спеклы.

- Спеклограммы.
- Параметры современных когерентных источников (мощность, длительность, спектральная ширина, расходимость) и фундаментальные проблемы физики, решаемые с их использованием.
- Методы разрушения когерентности.
- Современные лазерные установки.
- Когерентное состояние вещества.
- Конденсат Бозе-Эйнштейна.
- Лазерное охлаждение вещества.
- Фоточувствительные среды.
- Компьютерная голография.
- Применение голографии.
- Современные голографические установки.
- Способы защиты голограмм от подделок.
- Современные технологии записи художественных голограмм.
- Компакт-диски. Принципы записи и чтения.

### **3.5 Темы лабораторных работ**

- Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах. Исследование углового синхронизма.
- Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения.
- Пространственная фильтрация оптических изображений

### **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. Введение в нелинейную оптику: Учебное пособие / Шандаров С. М. - 2012. 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2059>, свободный.
2. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2012. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/750>, свободный.
3. 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: <http://edu.tusur.ru/publications/1553>, свободный.

#### **4.2. Дополнительная литература**

1. Информационная оптика / Под ред. Н.Н. Евтихеева. Учебное пособие – М., Издательство МЭИ, 2000. - 516 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)
2. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника. Учебник для ВУЗов.- М.: Высшая школа, 2001. – 574 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 150 экз.)
3. Прикладная нелинейная оптика: учебное пособие / П. П. Гейко. – Томск: ТУСУР, 2007. – 109 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 83 экз.)
4. Киселев Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : Учебное пособие. 2 е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 320 с.: ил. ISBN 978 5 8114 1114 6 [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=627](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=627)

#### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе по курсам "Нелинейная оптика" и "Когерентная оптика и голография" для студентов направлений 200700 "Фотоника и оптоинформатика" и 210100 "Электроника и нанoeлектроника" / Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2014. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4103>, свободный.

2. 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: <http://edu.tusur.ru/publications/1893>, свободный.

3. Пространственная фильтрация оптических изображений: Методические указания к лабораторной работе по курсам "Оптические методы обработки информации" и "Акустооптические методы обработки информации" для студентов направлений 210100 "Электроника и микроэлектроника" и 200700 "Фотоника и оптоинформатика" / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2014. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4125>, свободный.

4. Когерентная оптика и голография: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / Бородин М. В., Шандаров С. М. - 2017. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6915>, свободный.

#### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. 1. Образовательный портал ТУСУР - для проведения лабораторных, практических занятий и самостоятельной работы

2. 2. Библиотека ТУСУР - для самостоятельной работы

3. 3. Программное обеспечение: Microsoft PowerPoint или аналоги - для проведения лекций

4. 4. Программное обеспечение: офисные пакеты, математические пакеты программ - для обработки данных и подготовки отчетов по лабораторным работам, для составления рефератов