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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Когерентная оптика и голография

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	20	часов
2	Практические занятия	22	22	часов
3	Лабораторные работы	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5	Из них в интерактивной форме	40	40	часов
6	Самостоятельная работа	18	18	часов
7	Всего (без экзамена)	72	72	часов
8	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е

Зачет: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18955

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 58 от « 8 » 2 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 03 сентября 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

Согласована на портале № 18955

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.8.1) 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 к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики;

– ПК-2 готовностью к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов;

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 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	20	20
Практические занятия	22	22

Согласована на портале № 18955

Лабораторные работы	12	12
Из них в интерактивной форме	40	40
Самостоятельная работа (всего)	18	18
Подготовка к лабораторным работам	6	6
Проработка лекционного материала	6	6
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3	3
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	3
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость ч	72	72
Зачетные Единицы	2.0	2.0

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	3	16	ПК-1, ПК-2
3 Пространственная и временная когерентность лазерного излучения	2	0	0	2	4	ПК-1, ПК-2
4 Корреляционные функции и когерентность	2	0	0	1	3	ПК-1, ПК-2
5 Оптика спеклов	2	0	0	2	4	ПК-1, ПК-2
6 Уравнения Максвелла в нелинейной среде	4	8	4	3	19	ПК-1, ПК-2
7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков	2	8	4	4	18	ПК-1, ПК-2
8 Динамическая голография	2	0	0	2	4	ПК-1, ПК-2
9 Обращение волнового фронта и другие нелинейные явления	2	0	0	1	3	ПК-1, ПК-2
Итого за семестр	20	22	12	18	72	
Итого	20	22	12	18	72	

Согласована на портале № 18955

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
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 спеклИнтерференция 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

Согласована на портале № 18955

	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

Согласована на портале № 18955

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
7 семестр				
Работа в команде	4	4		8
Решение ситуационных задач	6	4		10
Презентации с использованием мультимедиа с обсуждением			8	8
Мозговой штурм	4			4
Исследовательский метод	6	2	2	10
Итого за семестр:	20	10	10	40
Итого	20	10	10	40

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 18955

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
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
7 семестр			
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 квазинхронном воздействии.	8	ПК-1, ПК-2
	Итого	8	
7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков	Распространение световых пучков в нелинейной среде. Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков. Пространственные оптические солитоны.	8	ПК-1, ПК-2
	Итого	8	
Итого за семестр		22	

Согласована на портале № 18955

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

Согласована на портале № 18955

8 Динамическая голография	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	1	ПК-1	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Реферат
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
9 Обращение волнового фронта и другие нелинейные явления	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Опрос на занятиях
	Итого	1		
Итого за семестр		18		
Итого		18		

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

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

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

Согласована на портале № 18955

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)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	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.)

Согласована на портале № 18955

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

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, те-

Согласована на портале № 18955

кущего 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	Собеседование по вопросам к зачету,	Преимущественно устная проверка

Согласована на портале № 18955

зрения	опрос по терминам	(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.

Согласована на портале № 18955

Приложение 1

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): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2014 года

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

Зачет: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18955

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	готовностью к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	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; 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;
ПК-1	способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики	

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

Согласована на портале № 18955

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: готовностью к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов.

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	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 18955

Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • 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 (высокий уровень)	• студент знает основные явления и законы когерентной оптики и голографии, понимает связь между ними, самостоятельно анализирует процессы взаимодействия оптического излучения с веществом; • студент знает механизмы возникновения погрешностей при компьютерном моделировании; • студент знает методики уменьшения погрешностей компьютерного моделирования;	• студент умеет самостоятельно выбирать и корректно использовать оптимальные методы анализа для расчёта взаимодействия излучения с веществом; • студент умеет самостоятельно корректно рассчитывать погрешности моделирования и находить способы уменьшения погрешностей;	• студент владеет терминологией, используемой в когерентной оптике и голографии; • студент самостоятельно выбирает и корректно использует необходимые программные средства компьютерного моделирования и проектирования; • студент владеет методами оценки и уменьшения погрешностей; • студент владеет способами представления физической информации в математической и графической форме;
Хорошо (базовый уровень)	• студент знает основные явления и законы когерентной оптики и голографии, понимает связь между ними; • студент знает механизмы возникновения погрешностей при компьютерном моделировании;	• студент умеет самостоятельно выбирать и корректно использовать приемлемые методы анализа для расчёта взаимодействия излучения с веществом; • студент умеет самостоятельно корректно рассчитывать вычислительные погрешности моделирования;	• студент владеет терминологией, используемой в когерентной оптике и голографии; • студент корректно использует необходимые программные средства компьютерного моделирования и проектирования; • студент владеет методами оценки погрешностей; • студент владеет способами представления физической информации в математической и графической форме;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• студент знает основные явления и законы когерентной оптики и голографии;	• студент умеет рассчитывать вычислительные погрешности моделирования;	• студент использует известные программные средства компьютерного моделирования

Согласована на портале № 18955

	• студент знает методы оценки погрешностей компьютерного моделирования;	• студент умеет использовать известные методы анализа для расчёта взаимодействия излучения с веществом;	и проектирования для решения стандартных задач; • студент владеет терминологией, используемой в когерентной оптике и голографии; • студент владеет стандартными программными средствами для создания отчетов, презентаций;

2.2 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики.

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	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в та-

Согласована на портале № 18955

блице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• студент анализирует связи между различными понятиями когерентной оптики; • студент представляет способы и результаты использования различных физических моделей оптических процессов; • студент математически обосновывает выбор метода и план решения задачи;	• студент самостоятельно выбирает и использует оптимальный метод анализа взаимодействия оптического излучения с веществом применительно к задаче; • студент самостоятельно строит модели процессов, лежащих в основе приборов и устройств фотоники и оптоинформатики;	• студент владеет терминологией, используемой в когерентной оптике;; • студент самостоятельно выбирает и корректно применяет оптимальные методы анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; • студент самостоятельно выбирает и корректно использует необходимые программные средства компьютерного моделирования;
Хорошо (базовый уровень)	• студент понимает связи между различными понятиями когерентной оптики; • студент имеет представление о физических моделях оптических процессов; • студент аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи; • студент графически иллюстрирует задачу;	• студент корректно применяет известные методы анализа взаимодействия оптического излучения с веществом; • студент корректно использует существующие модели оптических процессов для анализа функционирования устройств фотоники и оптоинформатики;	• студент владеет терминологией, используемой в когерентной оптике;; • студент корректно применяет различные методы анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; • студент корректно использует необходимые программные средства компьютерного моделирования;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• студент дает определения основных понятий когерентной оптики; • студент дает описание основных процессов, явлений когерентной оптики; • студент знает основные методы решения типовых задач;	• студент с незначительными ошибками применяет известные методы анализа взаимодействия оптического излучения с веществом, и умеет корректировать свою работу при обнаружении указанных ошибок; • студент с незначительными ошибками использует существующие модели оптических процессов для анализа функционирования	• студент владеет терминологией, используемой в когерентной оптике;; • студент с незначительными ошибками применяет известные методы анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; • студент использует известные программные средства компьютерного моделирования для решения стандарт-

Согласована на портале № 18955

		устройств фотоники и оптоинформатики и способен исправлять ошибки при обнаружении;	ных 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

- 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.
- 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.

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

Согласована на портале № 18955

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

– Фоточувствительные среды.
– Компьютерная голография.
– Применение голографии.

Согласована на портале № 18955

– Современные голографические установки.
– Способы защиты голограмм от подделок.
– Современные технологии записи художественных голограмм.
– Компакт-диски. Принципы записи и чтения.
– 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.

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 фор-мирования 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

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 наноэлектроника" / 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.

Согласована на портале № 18955

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 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, 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

Согласована на портале № 18955