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

Фоторефрактивная и нелинейная оптика

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

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

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 20839

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) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

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

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

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

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

Эксперт:

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

Согласована на портале № 20839

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

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

1.2. Задачи дисциплины

– изучение основных законов и соотношений, необходимых для описания фоторефрактивных и нелинейно-оптических явлений;

– изучение основных понятий, законов и соотношений, необходимых для описания явлений самовоздействия в фоторефрактивных кристаллах;

– расширение и углубление знаний кристаллооптики, электрооптических, акустооптических, магнитооптических эффектов, физических механизмов нелинейно-оптических явлений, условий их осуществления в реальных средах;

– в раскрытии принципов дескрипции, математического моделирования и анализа нелинейно-оптических явлений, а также способов их использования в приборах квантовой и оптической электронике.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

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

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

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основы кристаллооптики, природу электрооптических, магнитооптических, пьезооптических эффектов в анизотропных средах; механизмы параметрического и комбинационного взаимодействия световых волн, а также самовоздействия световых пучков; условия генерации оптических гармоник и других нелинейно-оптических явлений

– **уметь** осуществлять системный, модельный и экспериментально-методический подходы к нелинейно-оптическим явлениям, проводить оценку границ применимости нелинейных моделей

– **владеть** навыками описания оптико-физических процессов в нелинейных изотропных и анизотропных средах, включая нестационарные и неоднородные, оперирования с их математическими моделями; изучения нелинейно-оптических явлений с целью выяснения их закономерностей, а также применения в приборах квантовой электроники, оптоэлектроники, оптоинформатики

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

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

Согласована на портале № 20839

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

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

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

Согласована на портале № 20839

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Введение	Цель и содержание курса, его связь с другимидисциплинами, основная и дополнительная литература.История открытия нелинейно-оптических эффектов иявления фоторефракции	2	ПК-3, ПК-5
	Итого	2	
2 Фундаментальные аспекты и основные эффекты фоторефрактивной и нелинейной оптики	Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике.Общий подход к описанию нелинейных эффектов.Электромагнитная теория нелинейных эффектов второгопорядка. Генерация волн суммарной и разностнойчастоты при коллинеарном взаимодействии.Качественное описание основных эффектовдинамической голографии. Интерференция световыхпучков, основные физические процессы приформировании динамических голограмм, основныеэффекты динамической голографии.	4	ПК-3, ПК-5
	Итого	4	
3 Генерация второй оптической гармоники	Генерация второй гармоники. Фазовый синхронизм пригенерации второй гармоники. Генерация второйгармоники при наличии обратного воздействия.Квазисинхронное взаимодействие в периодическихнелинейных структурах. Периодические доменныеструктуры в сегнетоэлектриках. Методы формированиярегулярных доменных структур. Волноводная генерациявторой гармоники. Генерация гармоник на периодическихдоменных структурах в оптических волноводах	4	ПК-3, ПК-5
	Итого	4	
4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография	Модели зонного переноса. Схемы уровней, системы материальных уравнений. Анализ фоторефрактивного эффекта в приближении малых контрастов интерференционной картины. Диффузионный и фотогальванический ме-	4	ПК-3, ПК-5

Согласована на портале № 20839

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

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

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

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

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

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

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 20839

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

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

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

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

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

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

Согласована на портале № 20839

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

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

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

Согласована на портале № 20839

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

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

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

Согласована на портале № 20839

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

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

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

Согласована на портале № 20839

од				
Нарастающим итогом	26	62	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

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

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
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. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / Шандаров В. М., Мандель А. Е., Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2012. 244 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1553, дата обращения: 27.05.2017.

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

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

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

12.2. Дополнительная литература

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

2. Взаимодействие световых волн на отражательных голографических решетках в кубических фоторефрактивных кристаллах : сборник статей / Е. Ю. Агеев [и др.] ; ред.: С. М. Шандаров, А. Л. Толстик ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет си-

Согласована на портале № 20839

стем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 99[1] с. : ил. - (Приоритетные национальные проекты. Образование). - Библиогр. в конце ст. - ISBN 978-5-86889-464-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.)

3. Оптоэлектроника : Пер. с фр. / Э. Розеншер, Б. Винтер ; ред. пер. О. Н. Ермаков. - М. : Техносфера, 2006. - 588[4] с. : ил. - (Мир электроники ; VII - 04). - ISBN 5-94836-031-8 (наличие в библиотеке ТУСУР - 35 экз.)

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

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

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

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

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

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

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

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

6. Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов: Методические указания к лабораторной работе для магистров по направлению 12.04.03 «Фотоника и оптоинформатика» / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2015. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5961, дата обращения: 27.05.2017.

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

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Согласована на портале № 20839

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

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

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

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

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

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

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

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

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

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

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

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

Согласована на портале № 20839

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.

Согласована на портале № 20839

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

Фоторефрактивная и нелинейная оптика

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **1**
Семестр: **2**

Учебный план набора 2015 года

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

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 20839

1. Введение

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

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

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

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

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

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

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

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

Согласована на портале № 20839

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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-5

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

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

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные положения, касающиеся условий патентоспособности изобретения, полезной модели согласно закону РФ; основные требования к документам заявок на изобретение и полезную модель по закону РФ,	умеет работать с нормативно-правовыми документами Роспатента, регламентирующими процедуру патентования научно-технических разработок,	Владеет и применяет навыки работы в информационно-поисковой системе ФГБУ ФИПС Роспатента
Виды занятий	• 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	• Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

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

Согласована на портале № 20839

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

2.2 Компетенция ПК-3

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

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

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

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

Согласована на портале № 20839

	• Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Четко объясняет принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов;	• Способен четко определить структурные и функциональные схемы информационно-измерительных комплексов для автоматизации эксперимента ;	• Способен самостоятельно организовать процесс измерений в реальном времени при применении информационно-измерительных комплексов ;
Хорошо (базовый уровень)	• Недостаточно четко объясняет принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов ;	• Допускает неточности при определении структурных и функциональных схем информационно-измерительных комплексов для автоматизации эксперимента ;	• Допускает неточности при организации измерений в реальном времени;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Испытывает трудности при объяснении принципов планирования и методов автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов;	• анализировать простые оптические элементы и схемы методами динамической голографии;;	• Испытывает затруднения при организации измерений в реальном времени ;

3 Типовые контрольные задания

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

Согласована на портале № 20839

3.1 Вопросы на самоподготовку

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

3.2 Темы опросов на занятиях

- Цель и содержание курса, его связь с другими
- дисциплинами, основная и дополнительная литература.
- История открытия нелинейно-оптических эффектов и
- явления фоторефракции
- Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике.
- Общий подход к описанию нелинейных эффектов.
- Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго
- порядка. Генерация волн суммарной и разностной
- частоты при коллинеарном взаимодействии.
- Качественное описание основных эффектов
- динамической голографии. Интерференция световых
- пучков, основные физические процессы при
- формировании динамических голограмм, основные
- эффекты динамической голографии.
- Генерация второй гармоники. Фазовый синхронизм при
- генерации второй гармоники. Генерация второй
- гармоники при наличии обратного воздействия.
- Квазисинхронное взаимодействие в периодических
- нелинейных структурах. Периодические доменные
- структуры в сегнетоэлектриках. Методы формирования
- регулярных доменных структур. Волноводная генерация
- второй гармоники. Генерация гармоник на периодических
- доменных структурах в оптических волноводах
- Модели зонного переноса. Схемы уровней, системы материальных уравнений. Анализ фоторефрактивного эффекта в приближении малых контрастов интерференционной картины. Диффузионный и фотогальванический механизмы записи фоторефрактивных голограмм. Формирование фоторефрактивных голограмм в постоянном и знакопеременном внешних электрических полях. Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. Уравнения связанных волн. Самодифракция световых волн на фоторефрактивной решетке при локальном и нелокальном типах нелинейного отклика
- Параметрическое усиление и генерация, вынужденное
- комбинационное рассеяние света и их использование в
- спектроскопии. Способы обращения волнового фронта и
- реализации оптической бистабильности и их применения.
- Голографические системы оптической памяти и
- распознавания образов. Адаптивные голографические
- корреляторы и интерферометры на основе
- фоторефрактивных кристаллов

Согласована на портале № 20839

3.3 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

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

3.4 Темы лабораторных работ

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

3.5 Зачёт

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

4 Методические материалы

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

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

4.1. Основная литература

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

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

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

4. Фоторефрактивная нелинейная оптика : учебное методическое пособие / С. М. Шандаров, Н. И. Буримов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный универси-

Согласована на портале № 20839

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

4.2. Дополнительная литература

1. Оптоэлектроника : Пер. с фр. / Э. Розеншер, Б. Винтер ; ред. пер. О. Н. Ермаков. - М. : Техносфера, 2006. - 588[4] с. : ил. - (Мир электроники ; VII - 04). - ISBN 5-94836-031-8 (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)
2. Взаимодействие световых волн на отражательных голографических решетках в кубических фоторефрактивных кристаллах : сборник статей / Е. Ю. Агеев [и др.] ; ред.: С. М. Шандаров, А. Л. Толстик ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 99[1] с. : ил. - (Приоритетные национальные проекты. Образование). - Библиогр. в конце ст. - ISBN 978-5-86889-464-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.)
3. Оптоэлектроника : Пер. с фр. / Э. Розеншер, Б. Винтер ; ред. пер. О. Н. Ермаков. - М. : Техносфера, 2006. - 588[4] с. : ил. - (Мир электроники ; VII - 04). - ISBN 5-94836-031-8 (наличие в библиотеке ТУСУР - 35 экз.)
4. Фотогальванический эффект в средах без центра симметрии и родственные явления / Б. И. Стурман, В. М. Фридкин. - М. : Наука, 1992. - 208 с. : ил. - Библиогр.: с. 197-208. - ISBN 5-02-014707-9 (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.)
5. Справочник по лазерам : в 2 т.: пер. с англ. с изм. и доп. / ред. пер. А. М. Прохоров. - М. : Советское радио, 1978 - . Т. 1 / Н. В. Карлов [и др.]. - М. : Советское радио, 1978. - 503[1] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Методы динамической голографии: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2012. 37 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1110, свободный.
2. Когерентная и нелинейная оптика: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе / Шандаров С. М. - 2012. 34 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2071, свободный.
3. Основы физической и квантовой оптики: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 210401.65 / Шандаров В. М. - 2013. 57 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2888, свободный.
4. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах : Методические указания к лабораторной работе / Шандаров С. М., Бородин М. В. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1893, свободный.
5. Определение эффективного коэффициента двухпучкового усиления: Методические указания к лабораторным работам / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2012. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1501, свободный.
6. Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов: Методические указания к лабораторной работе для магистров по направлению 12.04.03 «Фотоника и оптоинформатика» / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2015. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5961, свободный.
7. Исследование амплитудной характеристики адаптивного голографического интерферометра в широком динамическом диапазоне : Методические указания к лабораторной работе / Шмаков С. С., Шандаров С. М. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1765, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

Согласована на портале № 20839