МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ **П. Е. Троян**

«___» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ОПТИЧЕСКИЕСОЛИТОНЫ»

Уровень основной образовательной программы: Магистерская программа "Фотоника волноводных, нелинейных и периодических структур"
Направление подготовки: 12.04.03 "Фотоника и оптоинформатика"
Форма обучения: ОЧНАЯ
Факультет **ФЭТ (**Факультет электронной техники**)**
Кафедра **ЭП (**Электронных приборов**)**
Курс 1 **Семестр 1**

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Всего	Единицы
1.	Лекции	-				-	часов
2.	Лабораторные работы	-				-	часов
3.	Практические занятия	54				54	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	-				-	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)	54				54	часов
6.	**Из них в интерактивной форме**	36				36	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)	90				90	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)	144				144	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена	36				36	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)	180				180	часов
	(в зачетных единицах)	5				5	ЗЕТ

Зачет _____ **семестр** **Диф. зачет** _____ **семестр**

Экзамен ___1____ **семестр**

Томск 2017

Согласована на портале № 8366

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от « 22 » 12 2016 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена на основании ГОС ВО для направления 12.04.03 – Фотоника и оптоинформатика

Утвержденного приказом Минобрнауки РФ 30.10.2014 г. Рег № 1411

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « » 2016 г., протокол №

Разработчик:
Профессор каф. СВЧиКР _____ В.М. Шандаров

Зав. обеспечивающей кафедрой СВЧиКР _____ С.Н. Шарангович

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки 200700.68 - Фотоника и оптоинформатика

Декан ФЭТ _____ А..И. Воронин

Зав. профилирующей кафедрой ЭП _____ С.М. Шандаров

Зав. выпускающей кафедрой ЭП _____ С.М. Шандаров

Эксперты:
ТУСУР, каф.ТОР, доцент _____ С.И. Богомолов

ТУСУР, каф. СВЧиКР, проф. _____ А.Е. Мандель

Согласована на портале № 8366

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины состоит в подготовке студентов в области физики нелинейно-оптических эффектов, принципов построения и технологии нелинейно-оптических элементов и приборов на основе эффектов оптических солитонов.

Задачами преподавания дисциплины являются:

- изучение основных законов и соотношений волновой оптики и оптики ограниченных световых пучков;
- изучение основных понятий, законов и соотношений оптики диэлектрических волноводов;
- изучение базовых положений нелинейной оптики, эффектов самовоздействия световых полей в материальных средах и волноводно-оптических структурах, возможных приложений данных эффектов в оптоэлектронике и фотонике.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Данная дисциплина является обязательной дисциплиной вариативной части профессионального цикла (Б1.В.ОД.1.4).

Для изучения курса требуется знание: математического анализа, теории вероятностей и математической статистики, физики (особенно разделов, относящихся к оптике), теории электромагнитного поля.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей и организаций связи (ПК-3);
- готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта (ПК-7);
- умение проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных (ПК-9).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- физические и теоретические основы описания преобразования световых полей в нелинейных диэлектрических средах;
- физические принципы работы и математическое описание явлений волноводного распространения света в диэлектрических структурах;
- классификацию явлений оптических солитонов в однородной среде и волноводных оптических системах;
- принципы построения и работы компонентов и приборов фотоники и оптоинформатики на основе эффектов оптических солитонов;

уметь:

- выполнять расчеты, связанные с определением параметров оптических волноводных элементов, устройств и систем;
- проводить компьютерное моделирование и проектирование волноводно-оптических компонентов;
- пользоваться справочными данными фирм-производителей оптических , волноводных и волоконных элементов при проектировании нелинейно-оптических волноводных элементов и систем;

Согласована на портале № 8366

владеть:

- методами анализа и расчета основных компонентов и узлов оптических волноводных приборов, в том числе на основе солитонных эффектов, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации характеристик таких устройств;
- навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптических компонентов, использующих принципы оптических солитонов;
- навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем линейных и нелинейных приборов и систем фотоники и оптоинформатики.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет _____5_____ зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	54	54			
В том числе:					
Лекции	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
Практические занятия (ПЗ)	54	54			
Семинары (С)	-	-			
Коллоквиумы (К)	-	-			
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)	-	-			
Другие виды аудиторной работы					
Самостоятельная работа (всего)	90	90			
В том числе:					
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
Другие виды самостоятельной работы					
Подготовка к практическим занятиям (семинрам)					
Подготовка к лабораторным работам					
Подготовка к экзамену	36	36			
Вид аттестации (зачет, экзамен)	Экз	Экз			
Общая трудоемкость час.	180	180			
Зачетные Единицы Трудоемкости	5	5			

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия	Курсовой П/Р (КРС)	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1	Введение – история вопроса; оптические волноводы.	-	-	4		2	6	ПК-7
2	Механизмы нелинейно-оптического отклика диэлектрических сред, нелинейное волновое уравнение, пространственные оптические солитоны.	-	-	4		8	12	ПК-9

Согласована на портале № 8366

3	Оптические солитоны в волоконных световодах.	-	-	4		8	12	ПК-3
4	Фоторефрактивные пространственные солитоны.	-	-	20		32	52	ПК-9
5	Вихревые и векторные пространственные солитоны.		-	4		8	12	ПК-9
6	Периодические волноводные структуры и дискретные пространственные солитоны.	-	-	18		32	50	ПК-7
	ВСЕГО	-	-	54		90	144	

5.2. Лекционные занятия учебным планом не предусмотрены

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины							
1	История и методология фотоники и оптоинформатики	+	+	+	+	+	+
2	Лазерные и электронно-ионные технологии фотоники	+	+	+	+	+	+
3	Интегральная фотоника/волноводная фотоника	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины							
1	Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики	+	+	+	+	+	+
2	Фоторефрактивная и нелинейная оптика	+	+	+	+	+	+
3	Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов	+	+	+	+	+	+
4	Методы управления оптическим излучением	+	+	+	+	+	+

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

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля по всем видам занятий
	Л	Лаб	Пр.(Сем)	КР/КП	СРС	
ПК-3	-	-	+	-	+	Выступление на семинарах. Экзамен.
ПК-7	-	-	+	-	+	Опрос на практических занятиях. Экзамен.
ПК-9	-	-	+	-	+	Опрос на практических занятиях. Экзамен.

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
Мозговой штурм	12	-	-	12
Работа в группах	24	-	-	24
Итого	36			36

Согласована на портале № 8366

7. Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен

8. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1	1	Планарный оптические волновод: расчет параметров волноводной структуры; моделирование распределения полей в волноводных элементах.	4	ПК-7
2	2	Расчеты характеристик пространственных солитонных состояний в средах с керровской нелинейностью. Моделирование распределения интенсивностей пространственных оптических солитонов.	4	ПК-9
3	3	Расчеты характеристик временных солитонов в волоконных световодах.	4	ПК-3
4	4	Расчеты характеристик фоторефрактивных пространственных солитонов в средах с керровской и насыщаемой нелинейностью. Моделирование распределения интенсивностей фоторефрактивных пространственных оптических солитонов.	20	ПК-9
5	5	Расчет характеристик вихревых световых пучков и вихревых пространственных солитонов	4	ПК-9
6	6	Расчеты характеристик систем связанных оптических волноводов. Моделирование распределения интенсивностей дискретных пространственных оптических солитонов в системах связанных оптических волноводов.	18	ПК-7

9. Самостоятельная работа

№ п/п	Разделы дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость (час.)	Компе-тенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы
1.	Введение – история вопроса. Оптические волноводы.	Изучение теоретического материала.	2	ПК-7	Экзамен
2.	Механизмы нелинейно-оптического отклика диэлектрических сред, нелинейное волновое уравнение, пространстве-нные оптические солитоны	Изучение теоретического материала.	8	ПК-9	Экзамен
3.	Оптические солитоны в волоконных световодах	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам) .	8	ПК-3	Выступления на семинаре. Экзамен
4.	Фоторефрактивные пространственные солитоны	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам) .	32	ПК-9	Выступления на семинаре. Экзамен
5.	Вихревые, векторные пространственные солитоны	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам) .	8	ПК-9	Выступления на семинаре. Экзамен
6.	Периодические волноводные структуры и дискретные пространственные солитоны	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам) .	32	ПК-7	Выступления на семинаре. Экзамен

Согласована на портале № 8366

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Методика текущего контроля освоения дисциплины

Осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов** (приказ ректора 25.02.2010 № 1902) и основана на бально- рейтинговой системы оценки успеваемости, действующей с 2009 г., которая включает **текущий** контроль выполнения элементов обьема дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга (раздел 8) и **итоговый** контроль.

Правила формирования пятибалльных оценок за каждую контрольную точку (КТ1, КТ2) осуществляется путем округления величины, рассчитанной по формуле:

$$KTx\big|_{x=,2} = \frac{(Сумма_баллов, _набранная_к_KTx)*5}{Требуемая_сумма_баллов_по_балльной_раскладке}.$$

Итоговый контроль освоения дисциплины осуществляется на экзамене по традиционной пятибалльной шкале. Обязательным условием перед сдачей экзамена является выполнение студентом необходимых по рабочей программе для дисциплины видов занятий: выполнение и защита результатов лабораторных работ.

Экзаменационный билет содержит два вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 15 баллов. Максимальная экзаменационная оценка составляет 30 баллов. Экзаменационная составляющая менее 10 баллов – не сдача экзамена, требует повторной передачи в установленном порядке.

Формирование итоговой суммы баллов осуществляется путем суммирования семестровой (до 70 баллов) и экзаменационной составляющих (до 30 баллов).

Таблица распределения баллов в течение семестра

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл за 1-ю 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
Посещение занятий	3	3	3	**9**
Выступление на семинарах	10	10	10	**30**
Выполнение и защита результатов лабораторных работ		12	12	**24**
Компонент своевременности	2	2	3	**7**
Итого максимум за период:	**15**	**27**	**28**	**70**
Сдача экзамена (максимум)				**30**
Нарастающим итогом	**15**	**42**	**70**	**100**

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

Согласована на портале № 8366

Пересчет итоговой суммы баллов в традиционную международную оценку

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

Преобразование суммы баллов в традиционную оценку и в международную буквенную оценку происходит один раз в конце семестра после подведения итогов изучения дисциплины(успешной сдачи экзамена).

Согласована на портале № 8366

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

12.1. Основная литература

1. С.М. Шандаров. Введение в нелинейную оптику . – Томск: Томск. гос. Ун-т систем упр. и радиоэлектроники, [Электронный ресурс]: учебное пособие- Томск: ТУСУР, 2012. – 41 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/2059**
2. С.М.Шандаров, В.М.Шандаров, А.Е.Мандель, Н.И.Буримов. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах. – Томск: Томск. гос. Ун-т систем упр. и радиоэлектроники, , [Электронный ресурс]: учебное пособие- Томск: ТУСУР, 2012. – 244 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/1553**
3. В.М. Шандаров. Основы физической и квантовой оптики. – Томск: Томск. гос. Ун-т систем упр. и радиоэлектроники, [Электронный ресурс]: учебное пособие- Томск: ТУСУР, 2012. – 197 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/750**

12.2. Дополнительная литература, предназначенная для углубленного изучения дисциплины.

1. Солитоны в математике и физике : Пер. с англ. / А. Ньюэлл ; пер. И. Р. Габитов, пер. А. Ю. Орлов, пер. Е. И. Шульман, ред. пер. А. В. Михайлов. - М. : Мир, 1989. - 323 с. : ISBN 5-03-001118-8 (в пер.) . Экз: 5
2. Солитоны и нелинейные волновые уравнения : Пер. с англ. / Р. Додд [и др.] ; пер. В. П. Гурарий, пер. В. И. Мацаев, ред. пер. А. Б. Шабат. - М. : Мир, 1988. - 694 с. - ISBN 5-03-000732-6 (в пер.) : Экз – 2
3. Опрокидывающиеся солитоны: Нелинейные интегрируемые уравнения : научное издание / О. И. Богоявленский. - М. : Наука, 1991. - 319 с. - ISBN 5-02-014620-X : Экз - 3
4. Солитоны в математике и физике : Пер. с англ. / А. Ньюэлл ; пер. И. Р. Габитов, пер. А. Ю. Орлов, пер. Е. И. Шульман, ред. пер. А. В. Михайлов. - М. : Мир, 1989. - 323 с. ISBN 5-03-001118-8 (в пер.) – Экз - 5

12.3. Перечень методических указаний по практическим занятиям

1. В. М. Шандаров. Основы физической и квантовой оптики: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 210401.65, [Электронный ресурс]: учебное пособие- Томск: ТУСУР, 2013. – 57 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2888/

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебные лаборатории (333 б, 329б) радиотехнического корпуса ТУСУР оборудованы необходимым оборудованием для проведения лекционных занятий в мультимедийной форме, вычислительной техникой и лицензионным программным обеспечением для проведения практических занятий по данной дисциплине.

Согласована на портале № 8366

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ П.Е. Троян

«___» _____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ОПТИЧЕСКИЕСОЛИТОНЫ»

Уровень основной образовательной программы: Магистратура

Направление(я) подготовки (специальность): 12.04.03 "Фотоника и оптоинформатика"

Профиль(и): Фотоника волноводных, нелинейных и периодических структур

Форма обучения ОЧНАЯ

Факультет ФЭТ (Факультет электронной техники)

Кафедра ЭП (Электронных приборов)

Курс 1 **Семестр 1**

Учебный план набора 2015 годов

Зачет _____ семестр **Диф. зачет _____ семестр**

Экзамен 1 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 8366

Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Оптические солитоны» 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 используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ПК-3	способность осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей и организаций связи	**Должен знать** физические принципы работы и математическое описание явлений волноводного распространения света в диэлектрических структурах; классификацию явлений оптических солитонов в однородной среде и волноводных оптических системах; физические и теоретические основы описания преобразования световых полей в нелинейных диэлектрических средах; принципы построения и работы компонентов и приборов фотоники и оптоинформатики на основе эффектов оптических солитонов. **Должен уметь** выполнять расчеты, связанные с определением параметров оптических волноводных элементов, устройств и систем; проводить компьютерное моделирование и проектирование волноводно-оптических компонентов; пользоваться справочными данными фирм-производителей оптических , волноводных и волоконных элементов при проектировании нелинейно-оптических волноводных элементов и систем. **Должен владеть** методами анализа и расчета основных компонентов и узлов оптических волноводных приборов, в том числе на основе солитонных эффектов, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации характеристик таких устройств; навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптических компонентов, использующих принципы оптических солитонов; навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем линейных и нелинейных приборов и систем фотоники и оптоинформатики.
ПК-7	готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта	
ПК-9	умение проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных	

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

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

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическим и теоретическим знанием 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.

Согласована на портале № 8366

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 решения простых задач.	Работает при прямом наблюдении.

2. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-3

ПК-3: способность осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей и организаций связи.
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 физические принципы работы и математическое описание явлений волноводного распространения света в диэлектрических структурах; классификацию явлений оптических солитонов в однородной среде и волноводных оптических системах.	Выполнять расчеты, связанные с определением параметров оптических волноводных элементов, устройств и систем.	Методами анализа и расчета основных компонентов и узлов оптических волноводных приборов, в том числе на основе солитонных эффектов, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации характеристик таких устройств.
Виды занятий	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.
Используемые средства оценивания	Задачи. Экзамен.	Задачи. Экзамен.	Задачи. Экзамен.

Согласована на портале № 8366

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает основные физические принципы работы и математическое описание явлений волноводного распространения света в диэлектрических структурах; классификацию явлений оптических солитонов в однородной среде и волноводных оптических системах.	Умеет выполнять расчеты, связанные с определением параметров оптических волноводных элементов, устройств и систем.	Свободно владеет методами анализа и расчета основных компонентов и узлов оптических волноводных приборов, в том числе на основе солитонных эффектов, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации характеристик таких устройств.
Хорошо (базовый уровень)	Понимает связи между принципами работы волноводных элементов и основными понятиями о солитонных режимах распространения света в оптике.	Понимает суть подходов, используемых при расчетах параметров волноводных оптических элементов, устройств и систем.	Владеет навыками работы с литературными источниками, связанными с анализом солитонных явлений и проектированием устройств и систем на их основе.
Удовлетво-рительно (пороговый уровень)	Дает определения основных понятий в области оптических солитонов.	Умеет работать со справочной литературой; умеет представлять результаты своей работы.	Может корректно представить информацию, связанную с явлениями оптических солитонов.

2. Компетенция ПК-7

ПК-7: готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.
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	Физические и теоретические основы описания преобразования световых полей в нелинейных диэлектрических средах.	Проводить компьютерное моделирование и проектирование волноводно-оптических компонентов.	Навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптических компонентов, использующих принципы оптических солитонов.
Виды занятий	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.

Согласована на портале № 8366

Используемые средства оценивания	Задачи. Экзамен.	Задачи. Экзамен.	Задачи. Экзамен.

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Знает физические и теоретические основы описания преобразования световых полей в нелинейных диэлектрических средах.	Умеет проводить компьютерное моделирование и проектирование волноводно-оптических компонентов.	Свободно владеет навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптических компонентов, использующих принципы оптических солитонов.
Хорошо (базовый уровень)	Понимает связи между нелинейно-оптическими свойствами диэлектрических сред и возможностями преобразования характеристик световых полей в таких средах.	Умеет проводить компьютерное моделирование и проектирование ограниченного класса волноводно-оптических компонентов.	Владеет навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования линейных характеристик оптических компонентов.
Удовлетвори-тельно (пороговый уровень)	Дает определения основных понятий в области нелинейной оптики и явлений солитонов.	Умеет работать со справочной литературой по проектированию волноводно-оптических компонентов.	Имеет представление о методах моделирования характеристик и проектирования оптических компонентов.

2.2. Компетенция ПК-9

ПК-9: умение проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных.
Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.
Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 7.

Таблица 7–Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Принципы построения и работы компонентов и приборов фотоники и оптоинформатики на основе эффектов оптических солитонов.	Пользоваться справочными данными фирм-производителей оптических, волноводных и волоконных элементов при проектировании нелинейно-оптических волноводных элементов и систем.	Навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем линейных и нелинейных приборов и систем фотоники и оптоинформатики.

Согласована на портале № 8366

Виды занятий	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.
Используемые средства оценивания	Задачи. Экзамен.	Задачи. Экзамен.	Задачи. Экзамен.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Знает принципы построения и работы компонентов и приборов фотоники и оптоинформатики на основе эффектов оптических солитонов.	Пользоваться справочными данными фирм-производителей оптических, волноводных и волоконных элементов при проектировании нелинейно-оптических волноводных элементов и систем.	Навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем линейных и нелинейных приборов и систем фотоники и оптоинформатики.
Хорошо (базовый уровень)	Понимает связи между принципами работы компонентов и приборов фотоники и оптоинформатики на основе эффектов оптических солитонов.	Умеет самостоятельно определять методы решения задач проектирования нелинейно-оптических волноводных элементов и систем.	Владеет навыками работы с литературными источниками в области фотоники и оптоинформатики.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Имеет представление о принципах работы компонентов и приборов фотоники и оптоинформатики на основе эффектов оптических солитонов.	Может решать некоторые задачи проектирования нелинейно-оптических волноводных элементов и систем под руководством. .	Имеет представление о функциональных и структурных схемах линейных и нелинейных приборов и систем фотоники и оптоинформатики.

3.Типичные контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

- 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 составе:

Контрольные задачи (типичные) по элементарным знаниям и практическим навыкам по темам:

3.1. ТЕМА: Оптические волноводы**.**

Задача 1.

Найдите критическую толщину волноводного слоя для направляемой TE_3 моды тонкопленочного асимметричного волновода, если он представляет собой пленку стекла с

Согласована на портале № 8366

показателем преломления n_1=1,6, нанесенную на подложку из стекла с показателем преломления n_1=1,5. Длина волны света λ=1,5 мкм.

Решение:
Используя соотношение (4.3), найдем:

$$h_{kp} = \frac{3\pi \ - arctg\sqrt{\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_0^2 - n_1^2}}}{k_0\sqrt{n_0^2 - n_1^2}} = \frac{3\pi \ - arctg\sqrt{\frac{1{,}5^2 - 1}{1{,}6^2 - 1{,}5^2}}}{2\pi \ \sqrt{1{,}6^2 - 1{,}5^2}}\lambda \ = \frac{3.352\pi}{2\pi \ 0.557}\lambda \ = 3\lambda \ .$$

Таким образом, критическая толщина волноводного слоя для TE_3 моды равна 4,5 мкм.

3.2. ТЕМА: Оптика ограниченных световых пучков

Задача 1.
Круговой гауссов пучок имеет полуширину перетяжки w_0=10 мкм. Найдите полуширину пучка на расстоянии 10 м от области перетяжки, если длина волны света λ=1 мкм.

Решение:
Используем выражение для связи полуширины пучка в произвольном сечении с его шириной в области перетяжки:

$w^2(z) = w_0^2\left(1 + \frac{z^2}{z_0^2}\right)$ и соотношение для продольного размера перетяжки $z_0 = \frac{\tau w_0^2}{\lambda}$.

Комбинируя их, получим: $w(z) = w_0\left(+ \frac{z^2\lambda}{\pi \ w_0^4}\right)^{\cdot/2}$. И, подставляя сюда заданные параметры, получим $w=w_0(1+10^9)^{0,5}$=3,2 см.

3.3. ТЕМА: Механизмы нелинейно-оптического отклика диэлектрических сред, нелинейное волновое уравнение, пространственные оптические солитоны.

Задача 1.
Линейно поляризованная световая волна распространяется в направлении оси X кристалла ниобата лития. Найти величину изменения показателя преломления, если к электродам, нанесенным на грани кристалла, перпендикулярные оси Z (толщина кристалла в этом направлении – 1 см), приложено электрическое напряжение в 1 кВ. Плоскость поляризации света совпадает с плоскостью XOY, длина волны света λ=633 нм.
Справка: Величины обыкновенного и необыкновенного показателей преломления на данной длине волны составляют 2,286 и 2,2; а электрооптических коэффициентов r_{13}=9,6·10^{-10} см/В; r_{33}=30,9·10^{-10} см/В.

Решение:
Поскольку световая волна распространяется вдоль оси X, а плоскость поляризации света совпадает с плоскостью XOY, то она соответствует обыкновенной волне в кристалле. Величина изменения показателя преломления за счет линейного электрооптического эффекта в случае обыкновенной поляризации света и управляющего электрического поля, приложенного вдоль оси Z, как следует из (5.8), определяется соотношением:

$$\Delta \ _{\cdot} = -\frac{1}{2}n_0^3 \cdot r_{13} \cdot E_3$$

Подставляя в это выражение заданные значения обыкнвенного показателя преломления, соответствующего электрооптического коэффициента, электрического напряжения и толщины кристаллического образца, получим:

Согласована на портале № 8366

$$\Delta n_1 = -\frac{1}{2} 2.286^3 \cdot 9.6 \cdot 10^{-0} \cdot 10^3 = 5{,}734 \cdot 10^{-}$$

Таким образом, величина изменения обыкновенного показателя преломления составляет в данном случае $5.734 \cdot 10^{-6}$.

3.4. ТЕМА: Оптические солитоны в волоконных световодах.

Задача 1.

Найдите число направляемых ТЕ мод, которые могут распространяться в симметричном планарном волноводе на длине волны света λ=0,5 мкм, если он представляет собой пластинку из стекла толщиной 5 мкм с показателем преломления n=1,5.

Решение:

Для симметричного планарного волновода дисперсионное уравнение в случае высшей ТЕ-моды, для которой может достигаться отсечка, принимает вид:

$k_0 h\sqrt{n_0^2 - n_2^2} = m\pi$. Действительно, в случае симметричного волновода $n_1=n_2$, а условие отсечки наблюдается при $N_m=n_2$. Отсюда выразим порядок моды m: $m = \frac{2}{\lambda} h\sqrt{n_0^2 - n_2^2}$

или, подставляя сюда параметры структуры и длину волны света, получим $m=20 \cdot 1{,}118=22{,}36$. Таким образом, в данном волноводе могут распространяться 22 ТЕ-моды.

3.5. ТЕМА: Фоторефрактивные пространственные солитоны.

Задача 1.

Дифракционная эффективность фоторефрактивной решетки составляет 10%. Оценить величину поля пространственного заряда E_{sc}, если решетка сформирована в пластине ниобата лития толщиной 1 мм, вектор решетки параллелен оси Z, считывание осуществляется излучением He-Ne лазера с обыкновенной поляризацией, а период решетки равен 5 мкм.

Задача 2.

Дифракционная эффективность фоторефрактивной решетки составляет 1%. Оценить величину поля пространственного заряда E_{sc}, если решетка сформирована в пластине ниобата лития толщиной 1 мм, вектор решетки параллелен оси Z, считывание осуществляется излучением He-Ne лазера с необыкновенной поляризацией, а период решетки равен 3 мкм.

3.5. ТЕМА: Периодические волноводные структуры и дискретные пространственные солитоны.

Задание на практическое занятие («Оптические солитоны»)

Провести компьютерный анализ характеристик линейной дискретной дифракции световых пучков в периодической волноводной структуре с ее дополнительной периодической модуляцией (режим **second array**) при возбуждении света в разных элементах волноводной структуры.

Параметры для моделирования:

1. Время диффузии примеси t=0,5 часа.
2. Изменение показателя преломления в области волновода Δn=0,001.
3. Ширина волновода 5 мкм.
4. Расстояние между волноводами – 5 мкм.

Для модулирующей решетки

5. Ширина волновода 20 мкм.
6. Расстояние между волноводами – 20 мкм.

Согласована на портале № 8366

7. Изменение показателя преломления в области волновода Δn=0,0001; Δn=0,0005.

Параметры возбуждающего светового поля:
1. Длина волны света – 0, 532 мкм.
2. Интенсивность света – 1.
3. Число максимумов в профиле пучка – 1 (гауссово распределение).
4. Направление распространения света – вдоль волноводных элементов.
5. Полуширина пучка в области перетяжки – 2.5 мкм.

Указания:
1. Получить и сохранить картины распределения интенсивности света в периодической волноводной структуре и в модулированной структуре при возбуждении света в разных (0, 1, 2, 3) ее элементах.
2. Оформить результаты моделирования в виде отчета.

4. Темы самостоятельной работы студентов

4.1. Введение – история вопроса. Оптические волноводы.
4.2. Механизмы нелинейно-оптического отклика диэлектрических сред, нелинейное волновое уравнение, пространстве-нные оптические солитоны.
4.3. Оптические солитоны в волоконных световодах
4.4 Фоторефрактивные пространственные солитоны
4.5. Вихревые, векторные пространственные солитоны
4.6. Периодические волноводные структуры и дискретные пространственные солитоны

5. Темы лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

6. Экзаменационные вопросы

1. Понятие углового спектра плоских волн. Параболическое уравнение в теории дифракции. Гауссовы световые пучки, основные параметры гауссова пучка.
2. Планарные оптические волноводы. Связанные оптические волноводы. Распространение световых волн в периодических структурах.
3. Условия проявления оптической нелинейности среды. Нелинейные восприимчивости.
4. Среда с квадратичной оптической нелинейностью. Возможные нелинейно-оптические эффекты в такой среде.
5. Среда с кубичной оптической нелинейностью. Возможные нелинейно-оптические эффекты в такой среде.
6. Распространение светового пучка в нелинейно-оптической среде. Нелинейное уравнение Шредингера.
7. Понятие временных и пространственных солитонов. Светлые и темные солитоны. Условия достижения солитонного режима.
8. Понятие керровской оптической нелинейности, выражение для показателя преломления такой среды.
9. Понятие и суть термооптической нелинейности среды.
10. Фоторефрактивная оптическая нелинейность. Суть дрейфового механизма транспорта носителей заряда, выражение для поля пространственного заряда при дрейфовом механизме.
11. Фоторефрактивная оптическая нелинейность. Суть фотовольтаического механизма транспорта носителей заряда, выражение для поля пространственного заряда при фотовольтаическом механизме.

Согласована на портале № 8366

12. Пространственные оптические солитоны в среде с керровской оптической нелинейностью.
13. Пространственные оптические солитоны в среде с фоторефрактивной оптической нелинейностью.
14. Материалы, в которых исследовались фоторефрактивные пространственные солитоны.
15. Основные экспериментальные схемы, используемые при изучении фоторефрактивных пространственных солитонов.
16. Временные оптические солитоны. Фундаментальный солитон и солитоны высших порядков.
17. Использование режима временных солитонов в оптических линиях связи.
18. Оптические вихри. Понятие вихревых солитонов. Среда, в которой могут наблюдаться вихревые солитоны. Схемы и результаты экспериментов по наблюдению вихревых солитонов.
19. Понятие векторных солитонов. Неогерентно и когерентно связанные векторные солитоны. Схема эксперимента по наблюдению векторных солитонов.
20. Понятие параметрических солитонов. Условия, в которых могут быть реализованы параметрические солитоны.
21. Многоэлементные волноводно-оптические системы. Понятие дискретных пространственных солитонов. Материалы, использовавшиеся в экспериментальных исследованиях. Основные экспериментальные схемы и типичные результаты по реализации эффектов дискретных пространственных солитонов.

7. Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы для оценивания знаний и характеризующие этапы формирования компетенций (все методические материалы приведены в п.12 программы):

1. С.М. Шандаров. Введение в нелинейную оптику . – Томск: Томск. гос. Ун-т систем упр. и радиоэлектроники, [Электронный ресурс]: учебное пособие- Томск: ТУСУР, 2012. – 41 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2059
2. С.М.Шандаров, В.М.Шандаров, А.Е.Мандель, Н.И.Буримов. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах. – Томск: Томск. гос. Ун-т систем упр. и радиоэлектроники, , [Электронный ресурс]: учебное пособие- Томск: ТУСУР, 2012. – 244 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1553
3. В.М. Шандаров. Основы физической и квантовой оптики. – Томск: Томск. гос. Ун-т систем упр. и радиоэлектроники, [Электронный ресурс]: учебное пособие- Томск: ТУСУР, 2012. – 197 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/750
4. В. М. Шандаров. Основы физической и квантовой оптики: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 210401.65, [Электронный ресурс]: учебное пособие- Томск: ТУСУР, 2013. – 57 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2888/

Согласована на портале № 8366