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

«Основы волоконной оптики»

Уровень основной образовательной программы _____Бакалавриат_____

Направление подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль «Оптические системы и сети связи»

Форма обучения_____заочная_____

Факультет _____Радиотехнический_____

Кафедра _____Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)_____

Курс ____третий_____ **Семестр** __пятый, шестой_____

Учебный план набора 2012 года

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции					6				6	часов
2.	Лабораторные работы					-	4			4	часов
3.	Практические занятия					2	2			4	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)					-	-			-	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)					8	6			14	часов
6.	Из них в интерактивной форме					1	2			3	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)					40	50			90	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)					48	56			104	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена						4				часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)					48	60			108	часов
	(в зачетных единицах)									3	ЗЕТ

Зачет ___шестой_____ **семестр**

Томск 2017

Согласована на портале № 15185

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6 от « 9 » 2 2017 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утвержденного Приказом Минобрнауки России 06 марта 20145 г. регистрационный номер174, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « » _____2016 г.,

протокол № ___

Разработчик Профессор каф. СВЧиКР _____ Шандаров В.М.
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. кафедрой СВЧиКР _____ Шарангович С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами.

Декан РТФ _____ __Попова К.Ю.
(подпись) (Ф.И.О.)

Зав. профилирующей
кафедрой СВЧиКР _____ Шарангович С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Зав. выпускающей
кафедрой СВЧиКР _____ Шарангович С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Эксперты:

ТУСУР, каф.ТОР, доц. _____ С.И.Богомолов

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

Согласована на портале № 15185

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Целью преподавания дисциплины является подготовка специалистов в области физических принципов функционирования, технологии изготовления волоконно-оптических элементов и устройств, а также их применения.

Основной задачей дисциплины является изучение фундаментальных положений оптики волноводных элементов, методов модуляции параметров световых волн, основных принципов проектирования волоконно-оптических устройств и приборов.

В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие проводить самостоятельный анализ явлений и эффектов в области волоконной оптики, а также эффективно работать в области проектирования, технологии и эксплуатации волоконно-оптических элементов, устройств и приборов. Студенты должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие подготовку для усвоения последующих дисциплин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП:

Дисциплина по выбору (Б1.В.ДВ.6.1).

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта (ПК-7);
- способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики (ПК-17).

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- основные законы и соотношения волновой оптики и оптики направляющих диэлектрических структур (ПК-7);
- основы физики взаимодействия света со средой и основы нелинейной оптики в приложении к оптическим направляющим структурам (ПК-7);
- основы технологии производства волоконно-оптических световодов и световодных элементов (ПК-7, ПК-17);
- устройство, принципы работы и характеристики волоконно-оптических датчиков различных физических воздействий (ПК-7, ПК-17);
- устройство, принципы работы и характеристики современных волоконно-оптических лазеров (ПК-7, ПК-17);

уметь:

- объяснять физические эффекты, лежащие в основе работы волоконно-оптических компонентов и приборов (ПК-7);
- применять на практике известные методы исследования волоконно-оптических элементов и устройств (ПК-7, ПК-17);
- выполнять расчеты, связанные с определением параметров и характеристик волоконно-оптических компонентов и устройств (ПК-7, ПК-17);
- проводить компьютерное моделирование и проектирование волоконно-оптических компонентов и устройств, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации таких устройств (ПК-7, ПК-17);
- пользоваться справочными данными по волоконно-оптическим компонентам и приборам при проектировании инфокоммуникационных систем и сетей связи, сопоставляя

Согласована на портале № 15185

особенности характеристик таких компонентов и приборов (ПК-7, ПК-17);

владеть:
- навыками чтения и изображения схем волоконно-оптических систем и сетей на основе современной элементной базы волоконной оптики (ПК-17);
- навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования волоконно-оптических элементов и устройств (ПК-17);
- навыками практической работы с волоконно-оптическими элементами, а также с лабораторными макетами различных волоконно-оптических приборов и с контрольно-измерительной аппаратурой (ПК-17).

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	14	8	6
В том числе:			
Лекции	6	6	-
Лабораторные работы (ЛР)	8	-	4
Практические занятия	6	2	2
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	90	40	50
Изучение материала лекций	20	20	-
Подготовка к контрольным работам	46	10	36
Самостоятельное изучение отдельных тем	24	10	14
Подготовка к экзамену и сдача экзамена		-	4
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Диф. зачет		
Общая трудоемкость	108	108	
Зачетные единицы трудоемкости	3	3	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Лаб. зан.	Практ. Зан.	СРС	Все-го час.	**Формируемые компетенции (ОК, ПК)**
1	Введение. Основные соотношения для описания плоских световых волн и световых пучков.	2	-	1	30	33	ПК-7, 17
2	Волоконные световоды. Волоконные и интегрально-оптические элементы для	2	2	2	30	36	ПК-7, 17

Согласована на портале № 15185

	волоконной оптики.						
3	Волоконно-оптические датчики. Волоконные лазеры.	2	2	1	30	35	ПК-7, 17
Итого:		108 часов					

5.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1	Введение. Основные соотношения для описания плоских световых волн и световых пучков.	Задачи курса. Место дисциплины в учебном процессе. Система уравнений электромагнитного поля для диэлектрической среды. Волновое уравнение. Структура поля плоской световой волны в безграничной среде. Поляризация света. Поляризационные элементы. Отражение света от плоской границы. Полное внутреннее отражение света. Параболическое уравнение теории дифракции. Гауссов световой пучок.	2	ПК-7, ПК-17
2	Волоконные световоды. Волоконные и интегрально-оптические элементы для волоконной оптики.	Планарный, канальный и цилиндрический диэлектрические волноводы: связь между компонентами векторов, волновые уравнения, дисперсионные уравнения, типы направляемых мод. Волоконные световоды с двойным лучепреломлением; фотонно-кристаллические и некварцевые световоды. Волоконно-оптические брэгговские решетки. Канальные волноводно-оптические пассивные и управляющие элементы для волоконной оптики.	2	ПК-7, ПК-17
3	Волоконно-оптические датчики. Волоконные лазеры.	Классификация волоконно-оптических датчиков по назначению волоконно-оптического тракта и методам модуляции оптического излучения. Принципы построения и примеры реализации волоконно-оптических датчиков с амплитудной, поляризационной, частотной и фазовой модуляцией. Активные волоконные световоды. Преимущества волоконно-оптических лазеров. Волоконные лазеры: история, типовые схемы, области применения. Рамановские волоконные лазеры.	2	ПК-7, ПК-17

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
Предшествующие дисциплины				
1	Математический анализ	+	+	+
2	Физика	+	+	+
3	Информатика	+	+	+
4	Математические методы описания сигналов	+	+	+
5	Физические основы оптоэлектроники	+	+	+
6	Введение в оптические системы и сети связи	+	+	+
Последующие дисциплины				
1	Волоконно-оптические устройства	+	+	+

Согласована на портале № 15185

	технологического назначения			
2	Оптические направляющие среды	+	+	+
3	Оптические цифровые телекоммуникационные системы	+	+	+
4	Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства	+	+	+

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

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля по всем видам занятий
	Л	Лаб	Пр.	КР/КП	СРС	
ПК-7	+	+	+	-	+	Выступление на семинарах. Опрос на лабораторных работах. Зачет
ПК-17	+	+	+	-	+	Выступление на семинарах. Опрос на лабораторных работах. Зачет

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

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Методы	Практические занятия	Лабораторные занятия	Лекции	Всего
Работа в группах	1	2	-	3
Итого	1	2	-	3

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)	ОК, ПК
2, 3	Исследование принципа измерения микроперемещений с использованием поперечного смещения торца многомодового оптоволокна	4	ПК-7, ПК-17

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№	Раздел дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
2	1	Расчет основных параметров волоконных световодов.	1	ПК-7, ПК-17
3.	2	Расчет характеристик интегрально-оптических компонентов для волоконной оптики.	2	ПК-7, ПК-17
5	3	Расчет характеристик волоконно-оптических датчиков.	1	ПК-7, ПК-17

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.	1	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям	30	ПК-7	Зачет.

Согласована на портале № 15185

2.	3	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторной работе.	30	ПК-7, ПК-17	Отчет по лабораторной работе. Зачет.
3.	6	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторной работе.	30	ПК-7, ПК-17	Отчет по лабораторной работе. Зачет.

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены

11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

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 системе оценки успеваемости , действующей с 2009 г., которая включает **текущий** контроль выполнения элементов объема дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга (раздел 6).

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

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

После окончания семестра студент, набравший менее 50 баллов, считается неуспевающим, не получившим зачет. **Студент, выполнивший все запланированные лабораторные работы, и т.д.** и набравший сумму 50 и более баллов, получает зачет «автоматом»..

Таблица 11.1 Распределения баллов в течение семестра

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую контрольную точку 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 лекций	16			**16**
Тестовый контроль		30		**30**
Выполнение лабораторных работ		20	20	**40**
Компонент своевременности		7	7	**14**
Итого максимум за период:	**16**	**57**	**27**	**100**
Нарастающим итогом	**16**	**73**	**100**	

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

Согласована на портале № 15185

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

12.1. Основная литература

1. Шандаров В. М. Волоконно-оптические устройства технологического назначения: [Электронный ресурс]: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР. - 2013. – 198 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3709

12.2. Литература дополнительная

1. Фриман, Роджер. Волоконно-оптические системы связи : Пер. с англ. / Р. Фриман ; ред. пер. Н. Н. Слепов. - 3-е изд., доп. - М. : Техносфера, 2006. - 495[1] с. : ил., табл. - (Мир связи ; IX-03). **(14)**
2. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2011.- 528 с. Режим доступа http://e.lanbook.com/view/book/690

12.3. Перечень методических указаний по практическим занятиям и лабораторным работам

1. Карпушин П. А., Шандаров В. М. Исследование принципа измерения микроперемещений с использованием поперечного смещения торца многомодового оптоволокна: [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (профиль - "Оптические системы и сети связи") – Томск: ТУСУР. – 2013. 8 с., Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3706
2. Шандаров В. М. Волоконно-оптические устройства и приборы [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе для бакалавров направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (профиль - "Оптические системы и сети связи"). - Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2013. – 60 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3712

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1 Общие требования

1. Компьютерный класс, оборудованный компьютерами класса Pentium II и выше, включенный в сеть Internet.

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

2. Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.
3. 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.
4. При обучении студентов с нарушениями зрения 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.

Согласована на портале № 15185

5. 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. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Объем часов, предусмотренных учебным планом для изучения дисциплины, позволяет осветить только ключевые моменты и раскрыть базовые понятия при чтении лекций. Поэтому при реализации программы студенты должны достаточно много работать самостоятельно как при повторении лекционного материала, так и при подготовке к лабораторным занятиям и выполнении самостоятельной работы. Для обеспечения эффективного усвоения студентами материалов дисциплины необходимо на первом занятии снабдить их перечнем вопросов, которые подлежат изучению, списком основной и дополнительной литературы для самостоятельной работы, тематикой заданий для самостоятельной работы.

Для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется тестовый контроль знаний.

Лекционные занятия желательно проводятся с применением презентаций, а так же лекционных демонстраций. Это существенно улучшает динамику лекций и способствует лучшему усвоению материала. На лекциях необходимо обращать внимание на особенности применения рассматриваемого материала в последующих курсах, а также в будущей профессиональной деятельности.

Согласована на портале № 15185

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
ОСНОВЫ ВОЛОКОННОЙ ОПТИКИ

Уровень основной образовательной программы: БАКАЛАВРИАТ

Направление(я) подготовки (специальность): 11.03.02 «ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ»

Профиль(и): ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ СВЯЗИ

Форма обучения ЗАОЧНАЯ

Факультет РТФ (РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ)

Кафедра СВЧиКР (СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОЙ И КВАНТОВОЙ РАДИОТЕХНИКИ)

Курс 3 **Семестр 5, 6**

Учебный план набора 2012 года

Зачет _____6_____ семестр **Диф. зачет _____ семестр**
Экзамен ___ семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 15185

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Основы волоконной оптики» 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-7	готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта	**Должен знать** основные законы и соотношения волновой оптики и оптики направляющих диэлектрических структур; основы физики взаимодействия света со средой и основы нелинейной оптики в приложении к оптическим направляющим структурам; основы технологии производства волоконно-оптических световодов и световодных элементов; принципы работы и характеристики волоконно-оптических датчиков различных физических воздействий. **Должен уметь** объяснять физические эффекты, лежащие в основе работы волоконно-оптических элементов и устройств; выполнять расчеты, связанные с определением параметров и характеристик волоконно-оптических компонентов и устройств. **Должен владеть** навыками чтения и изображения схем оптических приборов и систем на основе современной элементной базы волоконной оптики.
ПК-17	способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики	**Должен знать** принципы построения, особенности и характеристики волоконно-оптических элементов и приборов **Должен уметь** проводить компьютерное моделирование и проектирование оптических и волоконно-оптических элементов и устройств, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации их характеристик; пользоваться справочными данными по оптическим материалам и элементам при проектировании оптических приборов, сопоставляя особенности характеристик таких материалов и элементов. **Должен владеть** навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптических элементов и устройств различного назначения; навыками практической работы с лабораторными образцами оптических и волоконно-оптических элементов, с оптическими приборами и с контрольно-измерительной аппаратурой.

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

Согласована на портале № 15185

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.
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-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 3.

Таблица 3–Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Основные законы и соотношения волновой оптики, оптики ограниченных световых пучков и теории волоконно-оптических направляющих структур; основы физики взаимодействия света со средой и нелинейной оптики; принципы построения, особенности и характеристики волоконно-оптических элементов и приборов.	Объяснять физические эффекты, лежащие в основе работы оптических и волоконно-оптических элементов и устройств; применять на практике известные методы экспериментального исследования волоконно-оптических элементов и устройств; выполнять расчеты, связанные с определением параметров и характеристик оптических и волоконно-оптических компонентов и устройств.	Навыками чтения и изображения схем оптических приборов и систем на основе современной элементной базы оптики и волоконной оптики.

Согласована на портале № 15185

Виды занятий	Лекции. Практические занятия.	Лабораторные работы. Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов.
Используемые средства оценивания	Задачи. Зачет.	Задачи. Оформление отчетности и защита лабораторных работ.	Защита лабораторных работ. Зачет.

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

Таблица 1 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает основные законы и соотношения волновой оптики, оптики ограниченных световых пучков, теории цилиндрических оптических волноводов; основы физики взаимодействия света со средой и нелинейной волоконной оптики; принципы построения, особенности и характеристики оптических и волоконно-оптических элементов и приборов.	Умеет объяснять физику работы оптических и волоконно-оптических элементов и устройств; применять методы их экспериментального исследования; выполнять расчеты по определению параметров и характеристик оптических и волоконно-оптических компонентов и устройств.	Свободно владеет навыками чтения и изображения схем оптических приборов и систем на основе современной элементной базы оптики и волоконной оптики.
Хорошо (базовый уровень)	Понимает связи между различными понятиями в области физической оптики. Понимает принципы построения оптических и волоконно-оптических элементов и приборов.	Умеет выполнять поиск информации в области оптики, используя ресурсы отечественных и зарубежных источников. Умеет самостоятельно выбирать методы решения задач в области волоконной оптики.	Владеет навыками работы с литературными источниками, связанными с оптическими явлениями.
Удовлетвори-тельно (пороговый уровень)	Дает определения основных понятий в области волоконной оптики.	Умеет работать со справочной литературой; умеет представлять результаты своей работы.	Может корректно представить информацию, связанную с оптическими явлениями.

2.2. Компетенция ПК-17

ПК-17: способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и

Согласована на портале № 15185

информатики.
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 законы и соотношения волновой теории направляющих структур; характеристики волоконно-оптических элементов и приборов.	Выполнять расчеты характеристик волоконно-оптических компонентов; проводить компьютерное моделирование и проектирование оптических и волоконно-оптических приборов; иметь представление о методах компьютерной оптимизации их характеристик; пользоваться справочными данными по оптическим материалам и элементам при проектировании волоконно-оптических приборов.	Навыками проектирования и компьютерного моделирования волоконно-оптических элементов и устройств различного назначения; навыками практической работы с лабораторными образцами оптических и волоконно-оптических элементов, с оптическими приборами и контрольно-измерительной аппаратурой.
Виды занятий	Лекции. Практические занятия.	Лабораторные работы. Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов.
Используемые средства оценивания	Задачи. Зачет.	Оформление отчетности и защита лабораторных работ.	Защита лабораторных работ. Зачет.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Знает основные законы и соотношения волновой теории направляющих оптических структур; принципы построения, особенности и характеристики волоконно-оптических элементов и приборов.	Умеет проводить компьютерное моделирование и проектирование оптических и волоконно-оптических элементов и устройств; имеет представление о методах компьютерной оптимизации их характеристик; умеет пользоваться справочными данными по оптическим материалам и	Свободно владеет навыками чтения и изображения схем волоконно-оптических приборов и систем; навыками проектирования и компьютерного моделирования оптических элементов и устройств; навыками работы с реальными волоконно-оптическими

Согласована на портале № 15185

		элементам при проектировании волоконно-оптических приборов.	приборами и с контрольно-измерительной аппаратурой.
Хорошо (базовый уровень)	Понимает связи между различными понятиями в области волоконной оптики. Имеет представление о принципах построения интегрально-оптических элементов и приборов.	Имеет представление о методах компьютерной оптимизации характеристик волоконно-оптических элементов и приборов; умеет пользоваться справочными данными по оптическим материалам и элементам при проектировании волоконно-оптических приборов. Умеет самостоятельно определять методы решения задач проектирования.	Владеет навыками работы с литературными источниками в области волоконной оптики.
Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	Имеет представление о принципах построения волоконно-оптических элементов и приборов, об основных понятиях в области волоконной оптики.	Умеет работать со справочной литературой; умеет представлять результаты своей работы.	Может корректно представить знания и информацию, связанную с оптическими явлениями.

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: Характеристики поля и поляризация плоских световых волн

Задача 1.

Запишите выражение для напряженности электрического поля плоской световой волны, распространяющейся в среде вдоль оси Z, если в плоскости XOY фазовый сдвиг между компонентами вектора E вдоль осей X и Y составляет 90°, а отношение их амплитуд $E_{mx}/E_{my}=0,5$.

Решение:

Согласно условиям задачи, плоская световая волна распространяется вдоль оси z.

Согласована на портале № 15185

Тогда, исходя из поперечной структуры ее поля, вектор $\bar{E}$ может располагаться лишь в плоскости XOY и имеет составляющие E_x и E_y. Изменение величины напряженности электрического поля плоской световой волны во времени и пространстве определяется выражением:

$\bar{E} = \bar{x}_0 E_{mx} \cos(\omega t - kz) + \bar{y}_0 E_{my} \cos(\omega t - kz -$. Поскольку фазовый сдвиг между составляющими вектора $\bar{E}$ вдоль этих осей равен 90°, а $E_{my} = 2E_{mx}$ то это соотношение принимает окончательный вид:

$\bar{E} = \bar{x}_0 E_{mx} \cos(\omega \quad - z) + \bar{y}_0 \cdot 2E_{mx} \sin(\omega \quad - z)] =$

$= E_{mx} \cdot [\bar{x}_0 \cos(\omega \quad - z) + 2\bar{y}_0 \sin(\omega \quad - z)]$

Таким образом, рассматриваемый случай соответствует плоской световой волне с эллиптической поляризацией, причем большая ось эллипса параллельна оси Y (поскольку $E_{my} = 2E_{mx}$).

Задача 2.

На пленочный поляроид падает линейно поляризованный световой пучок мощностью 1 мВт, плоскость поляризации света отклонена от направления главной оси поляроида на 30˚. Какова величина световой мощности, прошедшей через поляризатор, если поляризующий материал заключен между двумя стеклянными пластинками (для стекла n=1,51), а френелевскими отражениями на границе между стеклом и этим материалом можно пренебречь?

Решение:

Уменьшение мощности световой волны, прошедшей через поляроид, обусловлено в реальных элементах эффектами частичного отражения света на границах раздела сред с разными свойствами, поглощения света в материале структуры, а также собственно поляризующим действием такого элемента.

Для наглядности представим схему данного элемента (рис. 1.2). Частичное отражение света может наблюдаться здесь на границах раздела 1 – 4 (отмечены стрелками). Согласно условиям задачи, можно пренебречь эффектом отражения света на границах 2 и 3. Поскольку условиями не определена величина оптического поглощения в материале поляроида, им также пренебрегаем. В итоге, для определения прошедшей световой мощности учитываем эффект частичного отражения света на входной и выходной границах структуры (границы 1 и 4), а также отклонением плоскости поляризации света от главного направления поляроида. определяемым законом Малюса.

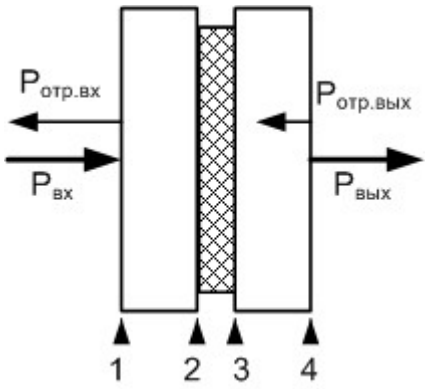


Рис. 1.2. Схема пленочного поляроида.

Поскольку коэффициент отражения света (по интенсивности) на границе диэлектрической

Согласована на портале № 15185

среды с показателем преломления n и воздуха определяется соотношением $r = \left(\frac{n-}{n+}\right)^{\wedge}$, то интенсивность (или мощность) прошедшего пучка при полном пропускании поляроида была бы равна $P_{пр} = P_{пад} \cdot (1-r)(1-r) = P_{пад} \cdot (1-r)^2$. Учет поворота главной оси поляроида относительно плоскости поляризации световой волны приводит это соотношение к виду:

$P_{пр} = P_{пад} \cdot (1-r)^2 \cdot \cos^2\theta$, где θ=30º. Для n=1,51 в итоге получаем:

r=0,0413; $P_{пр}=1\cdot(1-0{,}0413)^2\cdot\cos^2(30º)=0{,}9178\cdot0{,}75=0{,}6884$ мВт.

Таким образом, мощность прошедшего через поляроид светового пучка в данном случае составляет 0,6884 мВт.

3.2. ТЕМА: Расчет основных параметров волоконных световодов.

Задача 1.

1. Выведите соотношение, определяющее числовую апертуру NA волоконного световода со ступенчатым профилем показателя преломления и параметрами волоконного световода n_1 – показатель преломления материала сердцевины, n_2 - показатель преломления материала оболочки световода.

Решение:

Представим на рисунке геометрию задачи, определим понятие числовой апертуры. Затем, используя закон Снеллиуса при прохождении световой волны через торцевую поверхность оптического волокна и понятие критического угла полного внутреннего отражения света на границе раздела «сердцевина световода – оболочка световода», получим выражение для синуса угла падения света на торцевую поверхность световода.

3.3. ТЕМА: Расчет характеристик интегрально-оптических компонентов для волоконной оптики.

Задача 1.

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

3.4. ТЕМА: Нелинейно-оптические эффекты в волоконных световодах

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

Согласована на портале № 15185

решетки равен 5 мкм.
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:
Дифракционная эффективность решетки определяется формулой Когельника

$\eta = \sin^2\left(\frac{\pi \Delta}{\lambda \cos\theta}\right)$, где L – толщина решетки; Δn – изменение показателя преломления материала; λ- длина волны света; θ - угол Брэгга. Из этого соотношения найдем величину Δn, а поле пространственного заряда определим из условия, что изменение показателя преломления материала обусловлено линейным электрооптическим эффектом. В этом случае, имея в виду, что поляризация считывающего света соответствует обыкновенной волне, Δn=-0.5·n^{3}r$_{31}$E$_{sc}$, где n – показатель преломления ниобата лития для обыкновенной волны.

3.5. ТЕМА: Расчет характеристик волоконно-оптических датчиков

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, определяется соотношением:

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

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

$$\Delta n = -\frac{1}{2} 2.286^3 \cdot 9.6 \cdot 10^{-10} \cdot 10^3 = 5{,}734 \cdot 10^{-6}$$

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

4. Темы самостоятельной работы студентов

4.1. Основные положения физической оптики
4.2. Оптика ограниченных световых пучков
4.3. Распространение световых волн в материальных средах
4.4 Взаимодействия света с физическими полями
4.5. Элементы нелинейной оптики

Согласована на портале № 15185

5. Темы лабораторных работ

1. Исследование принципа измерения микроперемещений с использованием поперечного смещения торца многомодового оптоволокна.

6. Экзаменационные вопросы

1. Поляризация плоских волн. Линейная, круговая, эллиптическая поляризация. Выражения для полей плоских световых волн с заданной поляризацией.
2. Поляризационные элементы: пленочные поляроиды, кристаллические поляризаторы, фазовые пластинки. Изменение состояния поляризации плоской световой волны, прошедшей через фазовую пластинку.
3. Отражение и преломление света на границе раздела. Горизонтальная и вертикальная поляризация. Закон Снеллиуса. Угол Брюстера.
4. Полное внутреннее отражение света на границе раздела диэлектрических сред. Структура поля световой волны при полном внутреннем отражении.
5. Волоконные световоды: одномодовые и многомодовые, со ступенчатым и градиентным профилями показателя преломления. Понятие числовой апертуры световода. Дисперсия в волоконных световодах: межмодовая, хроматическая, поляризационно-модовая дисперсия. Фотонно-кристаллические волоконные световоды. Инфракрасные световоды.
6. Планарный оптический волновод. ТЕ и ТМ моды, дисперсионное уравнение планарного волновода со ступенчатым профилем.
7. Скалярное волновое уравнение для цилиндрического диэлектрического волновода. Моды волоконных световодов.
8. Волоконно-оптические брэгговские решетки. Соотношение для связи резонансной длины волны с пространственным периодом. Методы и схемы формирования волоконных решеток.
9. Модуляторы оптического излучения: фазовый электрооптический модулятор, электрооптический модулятор интенсивности.
10. Волоконные лазеры – основная схема, конструктивные элементы, особенности схем накачки мощных волоконных лазеров.
11. Суть эффекта комбинационного рассеяния (Рамановского рассеяния) и вынужденного комбинационного рассеяния света. Рамановские лазеры. Типовая схема рамановского лазера.
12. Структурная схема преобразования физической величины в волоконно – оптических датчиках. Классификация датчиков по типу модуляции световой волны.
13. Волоконно-оптические датчики с амплитудной модуляцией: датчики температуры зондового типа и датчика с оптическим преобразователем.
14. Волоконно-оптические датчики механических величин (ускорения, давления).

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. Шандаров В. М. Волоконно-оптические устройства технологического назначения: [Электронный ресурс]: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР. - 2013. – 198 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3709

2. Карпушин П. А., Шандаров В. М. Исследование принципа измерения микроперемещений с использованием поперечного смещения торца многомодового оптоволокна: [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы

Согласована на портале № 15185

связи" (профиль - "Оптические системы и сети связи") – Томск: ТУСУР. – 2013. 8 с., Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3706

3. Шандаров В. М. Волоконно-оптические устройства и приборы [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе для бакалавров направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (профиль - "Оптические системы и сети связи"). - Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2013. – 60 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3712

Согласована на портале № 15185