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**

«___» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Волоконно-оптические устройства технологического назначения»

Уровень основной образовательной программы _____Бакалавриат_____

Направление подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль «Оптические системы и сети связи»

Форма обучения_____очная_____

Факультет _____Радиотехнический_____

Кафедра _____Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)_____

Курс ____третий_____ **Семестр** __шестой_____

Учебный план набора 2013, 2014, 2015 года и последующих лет.

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						16			16	часов
2.	Лабораторные работы						12			12	часов
3.	Практические занятия						12			12	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)									-	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)						40			40	часов
6.	Из них в интерактивной форме						8			8	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)						32			32	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)						72			72	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена						36			36	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)						108			108	часов
	(в зачетных единицах)						3			3	ЗЕТ

Экзамен ___**шестой**_____ **семестр**

Томск 2016

Согласована на портале № 8353

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 4 от « 24 » 11 2016 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 2015 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 № 8353

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Дисциплина «Волоконно-оптические устройства технологического назначения» разработана на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлению подготовки бакалавров 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», по профилю «Оптические системы и сети связи».

Целью преподавания дисциплины является изучение студентами основных принципов построения волоконно - оптических устройств сбора, передачи и обработки измерительной информации; физических основ измерения возмущений различной природы с помощью волоконно - оптических датчиков; вопросов расчета характеристик таких датчиков и путей улучшения этих характеристик.

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 вариативной части профессионального цикла (Б1.В.ДВ.8.1)

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- 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);
- 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-17);
- основы физики взаимодействия света со средой и основы нелинейной оптики в приложении к оптическим направляющим структурам (ПК-17);
- устройство, принципы работы и характеристики волоконно-оптических датчиков различных физических воздействий (ПК-9, ПК-17);
- устройство, принципы работы и характеристики современных волоконно-оптических лазеров (ПК-9, ПК-17);

уметь:

- объяснять физические эффекты, лежащие в основе работы волоконно-оптических компонентов и приборов (ПК-17);
- применять на практике известные методы исследования волоконно-оптических элементов и устройств (ПК-17);
- выполнять расчеты, связанные с определением параметров и характеристик волоконно-оптических компонентов и устройств (ПК-17);

Согласована на портале № 8353

- проводить компьютерное моделирование и проектирование волоконно-оптических компонентов и устройств, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации таких устройств (ПК-9);
- пользоваться справочными данными по волоконно-оптическим компонентам и приборам при проектировании инфокоммуникационных систем и сетей связи, сопоставляя особенности характеристик таких компонентов и приборов (ПК-9);

владеть:
- навыками чтения и изображения схем волоконно-оптических систем и сетей на основе современной элементной базы волоконной оптики (ПК-9);
- навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования волоконно-оптических элементов и устройств (ПК-9);
- навыками практической работы с волоконно-оптическими элементами, а также с лабораторными макетами различных волоконно-оптических приборов и с контрольно-измерительной аппаратурой (ПК-9, ПК-17).

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	40	40
В том числе:		
Лекции	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
Практические занятия	12	12
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	32	32
Изучение материала лекций	12	12
Подготовка к контрольным работам	12	12
Самостоятельное изучение отдельных тем	8	8
Подготовка к экзамену и сдача экзамена	36	36
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Экзамен	
Общая трудоемкость	108	108
Зачетные единицы трудоемкости	3	3

Согласована на портале № 8353

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Лаб. зан.	Практ. Зан.	СРС	Всего час. (без экз.)	**Формируемые компетенции (ПК)**
1	Введение. Классификация волоконно - оптических приборов и систем	1	-	-	2	3	ПК-9
2	Оптические компоненты волоконно-оптических датчиков	3	4	4	8	19	ПК-9, ПК-17
3	Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи	4	8	4	8	24	ПК-9, ПК-17
4	Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом	4	-	4	8	16	ПК-9, ПК-17
5	Волоконно - оптические гироскопы	2	-	-	4	6	ПК-9, ПК-17
6	Волоконные лазеры	2	-	-	2	4	ПК-9, ПК-17
Итого:		72 часа					

5.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	**Наименование раздела дисциплины**	**Содержание раздела**	**Трудоемкость (час.)**	**Формируемые компетенции (ПК)**
1	Введение. Классификация волоконно – оптических приборов и систем.	Цель и содержание курса, его связь с другими дисциплинами, основная и дополнительная литература. Классификация волоконно-оптических систем. Классификация волоконно-оптических датчиков по функциональному назначению волоконно-оптического тракта и методам модуляции оптического излучения. Краткая история вопроса.	**1**	ПК-9
2	Оптические компоненты волоконно-оптических датчиков.	Волоконные световоды (ВС): ВС с двойным лучепреломлением; некварцевые ВС, особенности физических свойств и характеристик ВС для волоконно-оптических датчиков. Делители световых пучков, сумматоры, направленные ответвители, поляризаторы, оптические вентили, фазовые пластинки. Интегрально-оптические интерферометры, модуляторы интенсивности света и фазовые модуляторы, элементы для сдвига частоты света.	**3**	ПК-9, ПК-17
3	Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи	Датчики амплитудного типа для измерения температуры, механических величин, концентрации химических веществ. Датчики поляризационного типа для измерения магнитного поля, напряженности электрического поля, давления и ускорения. Датчики на основе сдвига частоты света для измерения скорости твердых тел, скорости сыпучих или жидких веществ. Схемы построения, основные характеристики, функции преобразования,	**4**	ПК-9, ПК-17

Согласована на портале № 8353

		области применения датчиков с волокном - линией передачи.		
4	Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом	Датчики с использованием модуляции потерь для измерения микроперемещений, датчики на основе эффектов люминесценции. Волоконно-оптические брэгговские решетки и датчики на их основе. Датчики на основе интерференции света. Интерферометрические схемы Маха - Цендера, Майкельсона, Фабри – Перо. Схемы построения, основные характеристики, функции преобразования и области применения датчиков с волокном в качестве чувствительного элемента.	**4**	ПК-9, ПК-17
5	Волоконно - оптические гироскопы	Эффект Саньяка, основные схемы лазерных и волоконно – оптических гироскопов, основные характеристики и методы их улучшения, методы повышения чувствительности и снижения шумов. Примеры реализации волоконно-оптических гироскопов, основные особенности и характеристики реальных приборов.	**2**	ПК-9, ПК-17
6	Волоконные лазеры	История развития волоконно-оптических лазеров. Особенности конструкции и основные характеристики современных волоконных лазеров средней и большой мощности. Принцип работы, особенности конструкции, основные характеристики волоконных рамановских лазеров.	**2**	ПК-9, 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	4	5	6
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	+	-	-	+	+	+
7	Основы физической оптики	-	+	+	+	+	+
8	Основы волоконной оптики	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины							
1	Оптические цифровые телекоммуникационные системы	-	+	-	+	+	+
2	Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства	-	+	+	+	+	+
3	Волоконно-оптические устройства технологического назначения	-	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 8353

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-9	+	+	+	-	+	Выступление на семинарах. Опрос на лабораторных работах. Зачет
ПК-9, 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. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе, с учетом требований к объему занятий в интерактивной форме.

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)	ПК
2	Исследование волоконно – оптического датчика микроперемещений на основе полимерного оптического волокна	4	ПК-9, ПК-17
3	Исследование оптического датчика линейного перемещения объекта, построенного по схеме оптического зонда	4	ПК-9, ПК-17
3	Исследование эффективности ввода света в волоконный световод	4	ПК-9, ПК-17

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№	Раздел дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ПК
1	2	Методики расчета характеристик дискретных оптических элементов волоконно-оптических устройств: поляризаторов, фазовых пластинок, оптических изоляторов	4	ПК-9, ПК-17
2	3	Расчет основных параметров волоконных световодов, параметров чувствительных элементов поляризационно-вращательного типа, характеристик датчиков. Семинар.	4	ПК-9, ПК-17
3.	4	Расчет характеристик волоконных брэгговских и длиннопериодных решеток, встроенных интерферометров Фабри-Перо. Семинар.	4	ПК-9, ПК-17

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/	Разделы дисциплины из	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость	Компе-тенции	Контроль выполнения

Согласована на портале № 8353

п	табл. 5.1		(час.)	ПК	работы
1.	1	Изучение теоретического материала.	2	ПК-9	Зачет.
2.	2	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам). Подготовка к лабораторной работе.	8	ПК-9, ПК-17	Выступления на семинаре. Отчет по лабораторной работе. Зачет.
3.	3	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам). Подготовка к лабораторной работе.	8	ПК-9, ПК-17	Выступления на семинаре. Отчет по лабораторной работе. Зачет.
4.	4	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам). Подготовка к лабораторной работе.	8	ПК-9, ПК-17	Выступления на семинаре. Отчет по лабораторной работе. Зачет.
5.	5	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам).	4	ПК-9, ПК-17	Выступления на семинаре. Зачет.
6	6	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам).	2	ПК-9, ПК-17	Выступления на семинаре. 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:

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

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».

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 перездачи в установленном порядке.

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

Согласована на портале № 8353

Таблица 11.1 Распределение 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 занятий	3	3	4	**10**
Тестовые контрольные работы на практических занятиях	8	8	8	**24**
Выполнение и защита результатов лабораторных работ		12	12	**24**
Компонент своевременности	4	4	4	**12**
Итого максимум за период:	**15**	**27**	**28**	**70**
Сдача экзамена (максимум)				**30**
Нарастающим итогом	**15**	**42**	**70**	**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**

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)

Согласована на портале № 8353

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

12.1. Основная литература

1. В.М. Шандаров. Волоконно-оптические устройства технологического назначения. – Томск: Томск. гос. Ун-т систем упр. и радиоэлектроники, [Электронный ресурс]: учебное пособие – Томск: ТУСУР, 2013. – 190 с. Режим доступа http://edu.tusur.ru/training/publications/3709

12.2. Литература дополнительная

1. В.И.Бусурин, Ю.Р.Носов. Волоконно - оптические датчики: физические основы, вопросы расчета и применения. - М.: Энергоатомиздат, 1990 г. **(3)**
2. Б.А.Красюк, Г.И.Корнеев. Оптические системы связи и световодные датчики (вопросы технологии). - М.: Радио и связь, 1985. - 192 с. **(6)**
3. 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 волоконно – оптического датчика микроперемещений на основе полимерного оптического волокна: [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе – 2011. 7 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/59
2. Шандаров В. М., Карпушин П. А. Исследование оптического датчика линейного перемещения объекта, построенного по схеме оптического зонда: [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе – 2011. 6 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/61
3. Тренихин П. А., Шандаров В. М. Исследование эффективности ввода света в волоконный световод: [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе – 2011. 7 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/120
5. 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:

Лаборатории каф. СВЧиКР, в том числе, специализированная лаборатория «Оптоэлектроники» (ауд. 333б), а также лаборатории других кафедр РТФ. Вычислительная лаборатория (ауд.337 б), кафедры СВЧиКР оборудована персональными компьютерами, объединенными в локальную вычислительную сеть каф. СВЧиКР с выходом в Internet.

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

Согласована на портале № 8353

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 № 8353

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П.Е. Троян
«___» _____ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Волоконно-оптические устройства технологического назначения

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 ОЧНАЯ

Факультет РТФ (РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ)

Кафедра СВЧиКР (СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОЙ И КВАНТОВОЙ РАДИОТЕХНИКИ)

Курс 3 **Семестр 6**

Учебный план набора 2013, 2014, 2015 годов.

Зачет _____ семестр **Диф. зачет _____ семестр**
Экзамен 6 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 8353

Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Волоконно-оптические устройства технологического назначения» 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-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	**Должен знать** устройство, принципы работы и характеристики волоконно-оптических датчиков различных физических воздействий и принципы работы волоконно-оптических лазеров. **Должен уметь** проводить компьютерное моделирование и проектирование волоконно-оптических компонентов и устройств, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации таких устройств; пользоваться справочными данными по волоконно-оптическим компонентам и приборам при проектировании инфокоммуникационных систем и сетей связи. **Должен владеть** навыками чтения и изображения схем волоконно-оптических систем и сетей на основе современной элементной базы волоконной оптики; навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования волоконно-оптических элементов и устройств.
ПК-17	способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики	**Должен знать** основные законы и соотношения волновой оптики и оптики направляющих диэлектрических структур; основы физики взаимодействия света со средой и нелинейной оптики; характеристики современных волоконно-оптических устройств и приборов. **Должен уметь** объяснять физические эффекты, лежащие в основе работы волоконно-оптических компонентов и приборов; применять известные методы исследования волоконно-оптических элементов и устройств; рассчитывать параметры и характеристики волоконно-оптических компонентов и устройств. **Должен владеть** навыками практической работы с волоконно-оптическими элементами, а также с контрольно-измерительной аппаратурой.

Согласована на портале № 8353

2. Реализация компетенций

2.1. 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 2.

Таблица 2–Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Устройство, принципы работы и характеристики волоконно-оптических датчиков различных физических воздействий и принципы работы волоконно-оптических лазеров.	Проводить компьютерное моделирование и проектирование волоконно-оптических компонентов и устройств, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации таких устройств; пользоваться справочными данными по волоконно-оптическим компонентам и приборам при проектировании инфокоммуникационных систем и сетей связи.	Навыками чтения и изображения схем волоконно-оптических систем и сетей на основе современной элементной базы волоконной оптики; навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования волоконно-оптических элементов и устройств.
Виды занятий	Лекции. Практические занятия.	Лабораторные работы. Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов.
Используемые средства оценивания	Задачи. Экзамен.	Задачи. Оформление отчетности и защита лабораторных работ.	Защита лабораторных работ. Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 1 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий	Обладает фактическим и теоретическим знанием в пределах изучаемой	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия

Согласована на портале № 8353

уровень)	области с пониманием границ применимости.	творческих решений, абстрагирования проблем.	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.

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

Таблица 2 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Знает устройство, принципы работы и характеристики волоконно-оптических датчиков различных физических воздействий и принципы работы волоконно-оптических лазеров.	Проводит компьютерное моделирование и проектирование волоконно-оптических компонентов и устройств; имеет представление о методах компьютерной оптимизации таких устройств; пользуется справочными данными по волоконно-оптическим компонентам и приборам при проектировании инфокоммуникационных систем и сетей связи.	Свободно владеет Навыками чтения и изображения схем волоконно-оптических систем и сетей на основе современной элементной базы волоконной оптики; навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования волоконно-оптических элементов и устройств.
Хорошо (базовый уровень)	Понимает суть принципов работы волоконно-оптических датчиков различных физических воздействий и принципов работы волоконно-оптических лазеров.	Умеет самостоятельно выбирать методы решения задач в области проектирования и исследования волоконно-оптических приборов.	Владеет навыками работы с литературными источниками, связанными с проектированием и исследованием волоконно-оптических приборов.
Удовлетвори-тельно (пороговый уровень)	Дает определения основных понятий в области приложений волоконной оптики.	Умеет работать со справочной литературой; умеет представлять результаты своей работы.	Может корректно представить информацию, связанную с приложениями волоконной оптики.

Согласована на портале № 8353

2.2. Компетенция ПК-17

ПК-17: способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и 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 оптики и оптики направляющих диэлектрических структур; основы физики взаимодействия света со средой и нелинейной оптики; характеристики современных волоконно-оптических устройств и приборов.	Объяснять физические эффекты, лежащие в основе работы волоконно-оптических компонентов и приборов; применять известные методы исследования волоконно-оптических элементов и устройств; рассчитывать параметры и характеристики волоконно-оптических компонентов и устройств.	Навыками практической работы с волоконно-оптическими элементами, а также с 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.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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,	Обладает диапазоном практических умений,	Берет ответственность за завершение задач в

Согласована на портале № 8353

	общие понятия в пределах изучаемой области.	требуемых для решения определенных проблем в области исследования.	исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями.	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач.	Работает при прямом наблюдении.

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 оптики и оптики направляющих диэлектрических структур; основы физики взаимодействия света со средой и нелинейной оптики; характеристики современных волоконно-оптических устройств и приборов.	Умеет объяснять физические эффекты, лежащие в основе работы волоконно-оптических компонентов и приборов; применять известные методы исследования волоконно-оптических элементов и устройств; рассчитывать параметры и характеристики волоконно-оптических компонентов и устройств.	Свободно владеет навыками практической работы с волоконно-оптическими элементами, а также с контрольно-измерительной аппаратурой.
Хорошо (базовый уровень)	Понимает связи между различными понятиями в области волоконно-оптических приборов. Имеет представление о принципах построения волоконнно-оптических элементов и приборов.	Имеет представление о методах компьютерной оптимизации характеристик волоконно-оптических элементов и 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.	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:

Согласована на портале № 8353

– 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 компоненты волоконно-оптических датчиков.

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.

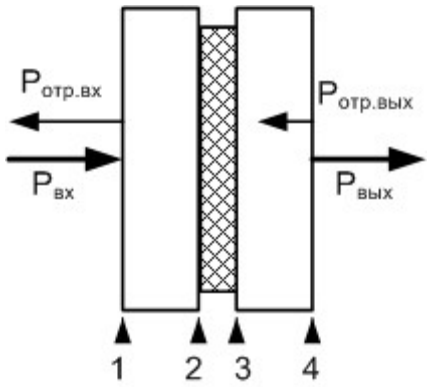

Рис. 1.2. Схема пленочного поляроида.

Поскольку коэффициент отражения света (по интенсивности) на границе диэлектрической среды с показателем преломления n и воздуха определяется соотношением $r = \left(\frac{n-}{n+}\right)$ [2, 3], 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

Согласована на портале № 8353

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: Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи

Задача 1

Оптический датчик напряженности магнитного поля построен на основе эффекта Фарадея в свинцовом стекле с показателем преломления n=1,6. Источником излучения является светодиод, излучение которого подводится к чувствительному элементу и отводится от него с помощью многомодовых волоконных световодов с градиентными стержневыми линзами. В качестве поляризатора и анализатора используются пленочные поляроиды с начальными оптическими потерями 20%. Определите собственные оптические потери прибора, считая, что его рабочая точка находится в середине линейного участка, а торцевые поверхности градиентных линз просветлены (потерями на отражение света от этих поверхностей можно пренебречь).

Решение

Оптические потери в данном устройстве обусловлены начальными оптическими потерями поляризатора и анализатора, а также поворотом друг относительно друга главных направлений поляризатора и анализатора, определяющим положение рабочей точки прибора. Середина линейного участка соответствует углу между ними в 45˚. Таким образом, световая мощность на выходе анализатора может быть найдена как:

$P_{вых}=P_{вх}\cdot0,8\cdot0,8\cdot\cos^2(45^\circ)=0,64\cdot0,5\cdot P_{вх}=0,32\,P_{вх}$. Соответственно, потери мощности составляют 68% или

$B_0=10\cdot\lg(P_{вх}/P_{вых})=10\cdot\lg(1/0,32)=10\cdot\lg(3,125)=4,95$ дБ

3.3. ТЕМА: Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом

Задача 2.10

В волоконно-оптическом интерферометре Маха-Цендера соотношение интенсивностей света в опорном и сигнальном каналах составляет 1:2. На какую величину изменяется при этом максимальная чувствительность интерферометра в сравнении со случаем одинаковых интенсивностей света в обеих каналах?

4. Темы самостоятельной работы студентов

4.1. Оптические компоненты волоконно-оптических датчиков.
4.2. Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи
4.3. Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом
4.4 Волоконно - оптические гироскопы
4.5. Волоконные лазеры

Согласована на портале № 8353

5. Темы лабораторных работ

1. Исследование волоконно – оптического датчика микроперемещений на основе полимерного оптического волокна.
2. Исследование оптического датчика линейного перемещения объекта, построенного по схеме оптического зонда.
3. Исследование эффективности ввода света в волоконный световод.

6. Экзаменационные вопросы

1. Структурная схема преобразования физической величины в волоконно – оптических датчиках.
2. Основные параметры ВОД.
3. Механизмы птерь света в волоконных световодах.
4. Неволоконные компоненты волоконно – оптических устройств: фазовые пластинки.
5. Оптические изоляторы: пример реализации.
6. Пример электрооптического модулятора интенсивности света.
7. Принцип работы волоконно – оптического лазера, использующего эффект комбинационного рассеяния.
8. Структурная схема распределенной ВО измерительной системы, принцип ее работы

9. Принцип построения датчика температуры с измерением теплового излучения в ВОД с волокном - линией передачи.
10. Схема оптического зонда для измерения смещений и колебаний.
11. Принцип действия и схема ВОД поляризационно - вращательного типа.
12. Схема датчика магнитного поля на основе эффекта Фарадея (волокно - линия передачи).
13. Типы волоконно - оптических интерферометров.
14. Базовая схема гомодинного интерферометра Маха - Цендера.
15. Выражение для интенсивности света на выходе интерферометра Маха - Цендера.
16. Как выбирают рабочую точку в интерферометре Маха - Цендера?
17. Схема и принцип работы интерферометра Фабри - Перо. Пример ВОД на основе интерферометра Фабри - Перо.
18. Суть эффекта Саньяка. Классическая схема волоконно - оптического гироскопа.
19. Схема волоконно - оптического гироскопа с кольцевым резонатором пассивного типа.
20. Волоконно-оптические брэгговские решетки и длинно-периодные волоконные решетки – что это такое и в чем их различия?
21. Соотношение между периодом волоконно-оптической брэгговской решетки и длиной волны света, на которой решетка является брэгговской.
22. Принцип работы чувствительного элемента датчика упругих деформаций на основе волоконно-оптической брэгговской решетки.
23. Методы формирования ВОБР. Пример схемы формирования ВОБР.
24. Пример схемы обработки сигнала датчика на основе ВОБР.
25. Схема волоконно-оптического лазера. Основные компоненты. Пути достижения высокой выходной мощности в таких лазерах.
26. Суть эффекта комбинационного рассеяния света. Принцип работы волоконно – оптического лазера, использующего эффект комбинационного рассеяния.

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 рабочей программе):

Согласована на портале № 8353

1. В.М. Шандаров. Волоконно-оптические устройства технологического назначения. – Томск: Томск. гос. Ун-т систем упр. и радиоэлектроники, [Электронный ресурс]: учебное пособие – Томск: ТУСУР, 2013. – 190 с. Режим доступа http://edu.tusur.ru/training/publications/3709
2. Карпушин П. А., Шандаров В. М. Исследование волоконно – оптического датчика микроперемещений на основе полимерного оптического волокна: [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе – 2011. 7 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/59
3. Шандаров В. М., Карпушин П. А. Исследование оптического датчика линейного перемещения объекта, построенного по схеме оптического зонда: [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе – 2011. 6 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/61
4. Тренихин П. А., Шандаров В. М. Исследование эффективности ввода света в волоконный световод: [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе – 2011. 7 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/120
5. 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 № 8353